



**Analisis Kegagalan Pada Sistem *Automatic Metering Reading* (AMR) di PT PLN Batam Dengan Metode FTA**

**Tugas Akhir**

**Oleh:  
Muhammad Suwandi (4232101006)**

**Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi  
Jurusan Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Batam  
2025**

## Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul: "Analisis Kegagalan Pada Sistem Automatic Metering Reading (AMR) di PT PLN Batam Dengan Metode FTA" adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 24 Juli 2025



---

Muhammad Suwandi

NIM: 4232101006

# Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)  
di  
Politeknik Negeri Batam

Oleh:  
Muhammad Suwandi (4232101006)

Tanggal Sidang: 21 Juli 2025

Disetujui oleh:



1. Ir. Jhon Hericson Purba, S.Pd., M.Pd  
NIK: 119230



1. Hasnira, S.ST., M.Tr.T  
NIK: 113112



2. Handri Toar, S.ST., M.Tr.T  
NIK: 113114

# **Analisis Kegagalan Pada Sistem *Automatic Metering Reading* (AMR) di PT PLN Batam Dengan Metode FTA**

## **Abstrak**

Sistem Pembacaan Meter Otomatis adalah teknologi yang dipakai untuk mengukur, merekam, dan mengirimkan data konsumsi energi pengguna secara otomatis. Sistem ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Namun, sistem ini masih sering terjadi kegagalan yang disebut dengan gagal baca. Gagal baca merupakan kondisi dimana sistem *Automatic Metering Reading* tidak dapat menarik dan mengirimkan data kWh meter ke pusat server data. Kegagalan ini dapat mengakibatkan proses bisnis jual beli tenaga listrik tidak berjalan dengan normal. Kegagalan pada sistem AMR memiliki persentase kegagalan sebesar 1% - 2% dalam waktu 5 bulan yaitu pada bulan Agustus hingga Desember di tahun 2024 dengan total 73 kali kegagalan dan pada tahun 2025 persentase kegagalan dengan rata-rata sebesar 2% dalam waktu 4 bulan yaitu pada bulan Januari hingga April dengan total 44 kali kegagalan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, jumlah kegagalan yang terjadi pada sistem AMR di wilayah UP3 Batam Centre faktor yang dominan dalam mempengaruhi keandalan sistem AMR adalah perangkat modem dan jaringan komunikasi. Metode FTA sangat efektif dalam membantu menganalisis penyebab kegagalan pada sistem AMR. Dari permasalahan gagal baca yang telah di analisis terdapat beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan kegagalan pada sistem AMR, seperti peningkatan pemeliharaan perangkat secara berkala, penguatan infrastruktur jaringan komunikasi, dan pelatihan khusus bagi pegawai agar dapat mengurangi gangguan dan kesalahan pada sistem AMR.

Kata kunci: *Automatic Metering Reading* (AMR), Gagal Baca, *Fault Tree Analysis* (FTA)

# ***Failure Analysis on Automatic Metering Reading (AMR) System at PT PLN Batam with FTA Method***

## ***Abstract***

*The Automatic Meter Reading (AMR) system is a technology used to automatically measure, record, and transmit user energy consumption data. This system consists of hardware and software. However, this system still often experiences failures known as read failures. A reading failure occurs when the Automatic Meter Reading system is unable to retrieve and transmit kWh meter data to the data server center. This failure can disrupt the normal operation of electricity trading business processes. The failure rate of the AMR system was 1%–2% over a five-month period from August to December 2024, with a total of 73 failures, and in 2025, the failure rate averaged 2% over a four-month period from January to April, with a total of 44 failures. Based on the research conducted, the dominant factors influencing the reliability of the AMR system in the UP3 Batam Centre area are the modem devices and communication networks. The FTA method is highly effective in analyzing the causes of failures in the AMR system. From the analysis of reading failures, there are several measures that can be taken to minimize failures in the AMR system, such as improving regular device maintenance, strengthening the communication network infrastructure, and providing special training for employees to reduce disruptions and errors in the AMR system.*

*Keywords: Automatic Metering Reading (AMR), Reading Fialure, Fault Tree Analisis (FTA).*

## Kata Pengantar

Puji dan syukur senantiasa penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan Rahmat dan Karunia-Nya berupa kesehatan dan kesempatan kepada penulis sehingga dapat melaksanakan proses magang industri di PT Pelayanan Listrik Nasional Batam dan penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun berdasarkan informasi dan pengetahuan yang telah diperoleh selama mengikuti pelaksanaan magang industri. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. PT Pelayanan Listrik Nasional Batam yang telah memberikan penulis kesempatan untuk magang di perusahaan ini.
2. Bapak Bravo Agasi dan Bapak Leonardo Marbun selaku pembimbing di PT Pelayanan Listrik Nasional Batam yang telah memberikan informasi, arahan, bimbingan dan mengajari penulis tentang praktik kerja yang sebenarnya di perusahaan.
3. Ibu Hasnira, S.ST., M.Tr.T selaku pembimbing laporan studi dan Tugas Akhir di Politeknik Negeri Batam yang telah sabar untuk meluangkan waktu serta teliti dalam memberikan koreksi dan masukan terhadap penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Kedua orang tua penulis serta seluruh keluarga lainnya yang telah memberikan kasih sayang dan segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga bagi penulis.
5. Rekan-rekan magang di PT Pelayanan Listrik Nasional Batam yang telah membantu dan membimbing penulis dalam melaksanakan program magang.
6. Semua pihak yang tidak mampu disebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam menyusun Tugas Akhir ini. Kritik dan saran yang membangun penulis harapkan dalam penyempurnaan laporan. Semoga Tugas Akhir yang telah penulis susun dapat bermanfaat bagi pembaca dan berguna untuk pengembangan ilmu pengetahuan. Penulis ucapkan terimakasih.

# Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Abstrak .....	iii
<i>Abstract</i> .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar .....	viii
Daftar Tabel .....	ix
Bab 1. Pendahuluan .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Manfaat .....	2
1.5. Batasan .....	3
Bab 2. Tinjauan Pustaka .....	4
2.1. <i>Automatic Metering Reading (AMR)</i> .....	4
2.2. Tujuan Implementasi <i>Automatic Metering Reading</i> .....	4
2.3. Prinsip Kerja Sistem <i>Automatic Metering Reading (AMR)</i> .....	5
2.4. Perangkat <i>Automatic Metering Reading (AMR)</i> .....	6
2.4.1. <i>Hardware</i> sistem <i>Automatic Metering Reading</i> .....	6
2.4.2. <i>Software</i> sistem <i>Automatic Metering Reading</i> .....	11
2.5. <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> .....	12
2.5.1. Prinsip <i>FTA</i> .....	12
2.5.2. Simbol <i>FTA</i> .....	13
2.5.3. Aturan Membangun <i>Fault Tree</i> .....	16
2.5.4. Langkah-Langkah Menyusun <i>Fault Tree Analisis</i> .....	17
Bab 3. Metodologi Penelitian / Metode Pelaksanaan .....	18
3.1. Metode Penelitian .....	18

3.2. Pengumpulan Data .....	18
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.4. Teknik Analisis .....	19
3.5. Prosedur Penelitian.....	19
Bab 4. Hasil dan Pembahasan .....	21
4.1. Kegagalan Sistem AMR .....	21
4.2. Data Operasional Sistem AMR di PT. PLN Batam .....	21
4.3. Data Kegagalan Sistem AMR.....	25
4.4. Data Hasil Observasi Lapangan .....	26
4.5. Penerapan Metode FTA .....	27
4.5.1. Penentuan <i>Top event</i> .....	27
4.5.2. Penyusunan <i>Fault Tree</i> .....	27
4.5.3. Analisis Lanjutan .....	28
1. Analisis Lanjutan Simbol Nomor 1.....	28
2. Analisis Lanjutan Simbol Nomor 2.....	30
3. Analisis Lanjutan Simbol Nomor Tiga .....	32
4. Analisis Lanjutan Simbol Nomor Empat.....	33
5. Analisis Lanjutan Simbol Nomor 5.....	34
4.5.4. Hasil Analisis Keseluruhan .....	34
5. Kesimpulan dan Saran.....	36
5.1. Kesimpulan .....	36
5.2. Saran.....	36
Daftar Pustaka .....	37
Biodata .....	38
Lampiran.....	39

## Daftar Gambar

Gambar 1. Prinsip kerja sistem AMR.....	5
Gambar 3. Antena modem.....	8
Gambar 4. <i>Power adapter</i> modem .....	9
Gambar 5. <i>Simcard modem</i> .....	9
Gambar 6. Kabel data modem .....	10
Gambar 7. Salah satu KWH meter sistem AMR.....	10
Gambar 8. <i>Software aisystems</i> .....	11
Gambar 9. <i>Software aisgate</i> .....	12
Gambar 10. Gerbang <i>OR</i> .....	14
Gambar 11. Gerbang <i>AND</i> .....	14
Gambar 12. Gerbang <i>INHIBIT</i> .....	15
Gambar 13. Contoh susunan FTA.....	16
Gambar 14. Diagram alir penelitian .....	19
Gambar 15. <i>Top event</i> penelitian.....	27
Gambar 16. <i>Fault Tree Diagram</i> Awal.....	28
Gambar 17. <i>Fault Tree Diagram</i> Kegagalan 1.....	29
Gambar 18. <i>Fault Tree Diagram</i> Kegagalan ke 2.....	31
Gambar 19. <i>Fault Tree Diagram</i> kegagalan ke 3 .....	32
Gambar 20. <i>Fault Tree Diagram</i> Kegagalan ke 4.....	33
Gambar 21. <i>Fault Tree Diagram</i> kegagalan ke 5 .....	34
Gambar 22. Hasil <i>Fault Tree Analisis</i> Kegagalan sistem AMR .....	35

## Daftar Tabel

Tabel 1. Jenis-Jenis Modem AMR PT PLN Batam .....	7
Tabel 2. Simbol-simbol kejadian .....	13
Tabel 3. Data operasional sistem AMR UP3 BTC 2024 .....	21
Tabel 4. Data Operasional sistem AMR UP3 BTC 2025 .....	23
Tabel 5. Data kegagalan pada sistem AMR .....	25
Tabel 6. Data Observasi Lapangan Tahun 2024 .....	26
Tabel 7. Data Observasi Lapangan Tahun 2025 .....	26
Tabel 8. Simbol <i>intermediate event</i> .....	29
Tabel 9. Simbol undeveloped event .....	30
Tabel 10. Simbol basic event .....	30
Tabel 11. Simbol <i>basic event</i> .....	31
Tabel 12. Simbol <i>basic event</i> .....	32
Tabel 13. Simbol <i>basic event</i> .....	33

# Bab 1. Pendahuluan

## 1.1. Latar Belakang

Dalam dinamika perkembangan teknologi informasi dan komunikasi pada era digitalisasi saat ini dari berbagai sektor, termasuk sektor energi yang mengalami transformasi signifikan. Salah satu bentuk dari perkembangan tersebut dapat dilihat melalui inovasi yang diterapkan oleh PT PLN Batam selaku penyedia utama energi listrik di Kota Batam. Inovasi ini diwujudkan dalam bentuk sistem *Automatic Meter Reading* (AMR), yaitu sistem pembacaan meter listrik secara otomatis dan terkendali dari jarak jauh. Penerapan AMR merupakan bagian dari upaya peningkatan kualitas pelayanan kepada pelanggan serta sebagai langkah strategis dalam pemantauan konsumsi energi listrik secara lebih akurat dan efisien.

Sistem pembacaan meter otomatis ini mempermudah PT PLN Batam memantau jumlah energi listrik yang telah digunakan oleh pelanggan dan anomali penggunaan energi listrik pada pelanggan. Teknologi ini juga dapat mempermudah proses perhitungan tagihan listrik pelanggan. Dikarenakan proses perhitungan tagihan listrik yang sebelumnya masih menggunakan pembacaan atau pencatatan data manual oleh petugas menimbulkan beberapa masalah. Sehingga hal ini berdampak juga pada proses pemantauan energi listrik yang disalurkan ke pelanggan tidak berjalan dengan baik. Selain itu, besar kemungkinan terjadinya pencurian listrik yang dilakukan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab[1].

Sistem AMR merupakan teknologi sistem pembacaan atau pengambilan data meter secara otomatis dari jarak jauh dengan menggunakan media komunikasi jaringan telepon selular dan *software* khusus[1]. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pencatatan konsumsi listrik pelanggan, tanpa memerlukan pembacaan manual di lokasi. Perangkat AMR yang terhubung pada kWh Meter pelanggan terdiri dari modem, antena, kartu GSM, dan *power adapter*. Di lingkungan PT PLN Batam, sistem AMR ini secara khusus diterapkan untuk pelanggan dengan kapasitas daya minimal 41500 VA hingga daya yang lebih besar di atasnya, pelanggan tersebut merupakan pelanggan dengan prioritas tinggi.

Namun, penerapan sistem *Automatic Metering Reading* (AMR) di PT PLN Batam masih terdapat masalah yaitu, kegagalan yang biasa disebut gagal baca pada sistem AMR PT PLN Batam. Gagal baca sistem AMR merupakan kondisi ketika perangkat AMR tidak dapat menarik dan mengirimkan data kWh Meter. Dampak dari kegagalan ini, terhambatnya proses perhitungan tagihan dan penerbitan rekening listrik pelanggan. Selain itu, pemantauan energi listrik tidak dapat berjalan secara optimal.

Dengan adanya permasalahan gagal baca pada sistem AMR di PT. PLN Batam khususnya pada wilayah Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Batam Centre, penulis melakukan analisa penyebab kegagalan tersebut dengan metode *Fault*

*Tree Anlisy* (FTA). Metode ini merupakan metode analisis sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya suatu peristiwa kegagalan dalam suatu sistem atau proses operasional. Teknik ini membantu dalam menelusuri sumber masalah dengan memetakan berbagai kemungkinan jalur kegagalan secara logis dan terstruktur[2]. Metode FTA ini dimulai dari puncak kegagalan yang di analisis secara menurun dan rinci penyebab dari kejadian kegagalan yang terjadi[3].

Maka dari itu, penulis mengangkat penelitian ini dengan judul “Analisis Kegagalan Pada Sistem Automatic Metering Reading (AMR) di PT PLN Batam Menggunakan Metode FTA”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja penyebab kegagalan yang terjadi pada sistem AMR di PT PLN Batam khususnya pada wilayah Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Batam Centre?
2. Bagaimana struktur dari *Fault Tree Anlisy* (FTA) dan solusi penanganan kegagalan pada sistem AMR?

## **1.3. Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis penyebab terjadinya kegagalan pada sistem AMR di PT PLN Batam pada wilayah UP3 Batam Centre.
2. Menggambarkan dan menganalisa penyebab terjadinya kegagalan pada sistem AMR dalam bentuk struktur dari *Fault Tree* dan memberi solusi berdasarkan penyebab kegagalan yang terjadi.

## **1.4. Manfaat**

Pelaksanaan dan penulisan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat;

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan serta wawasan terkait sistem *Automatic Metering Reading* pada PT PLN Batam.
2. Menjadi referensi atau bahan pertimbangan pada PT PLN Batam untuk mengoptimalkan penggunaan sistem *Automatic Metering Reading* (AMR).
3. Memberikan informasi mendalam terkait penyebab terjadinya kegagalan pada sistem AMR.

## 1.5. Batasan

Batasan masalah merupakan ruang lingkup suatu masalah yang diteliti agar cakupan penelitian lebih terarah. Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini yang akan penulis bahas ialah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada analisis kegagalan dalam sistem *Automatic Meter Reading* (AMR) yang diterapkan di PT PLN Batam khususnya pada wilayah UP3 Batam Centre.
2. Kegagalan yang dianalisis terbatas pada aspek teknis pengiriman data dari meter AMR ke *server* pusat, yang melibatkan perangkat seperti modem, antena, kartu GSM, dan *power adapter*.
3. Metode yang digunakan dalam analisis hanya terbatas pada *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi dan memetakan penyebab utama kegagalan sistem.
4. Data yang dianalisis bersumber dari observasi lapangan dan tidak mencakup faktor eksternal seperti regulasi atau kondisi pelanggan.

## **Bab 2. Tinjauan Pustaka**

### **2.1. Automatic Metering Reading (AMR)**

*Automatic Metering Reading* (AMR) merupakan sebuah teknologi sistem penarikan data pada alat ukur yang digunakan untuk mengukur besaran aliran air ataupun minyak dan besaran energi seperti gas ataupun listrik[4]. Dengan sistem ini disebut juga dengan pembacaan meter otomatis yang dapat dilakukan dari jarak jauh. Data yang dikumpulkan dari alat ukur tersebut dijadikan bahan perhitungan penagihan kepada pengguna air, minyak, gas, dan listrik. Selain itu, data tersebut juga dijadikan bahan analisa pada jaringan tersebut.

Saat ini, PT. PLN Batam mengimplementasikan sistem AMR untuk melakukan pembacaan kWh Meter otomatis. Sistem AMR ini terdiri dari dua bagian yaitu, perangkat *hardware* dan *software* yang saling bekerja sama. Sistem ini adalah salah satu bentuk inovasi teknologi terbaru yang dirancang untuk dapat melakukan pengamatan, dan pengambilan data energi listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan secara *real-time* dan akurat dengan menggunakan saluran komunikasi telepon[5].

Implementasi sistem *Automatic Metering Reading* pada PT PLN Batam hanya difokuskan kepada pelanggan besar. Pelanggan besar tersebut merupakan pelanggan dengan penggunaan energi listrik dalam jumlah yang cukup signifikan yaitu, dimulai dari daya 41500 VA hingga daya yang lebih besar di atasnya.

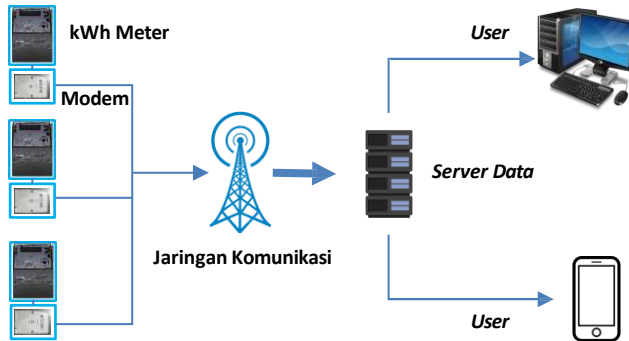
### **2.2. Tujuan Implementasi Automatic Metering Reading**

Implementasi sistem AMR ini tentunya bertujuan untuk meningkatkan mutu pelayanan kepada pelanggan. Selain itu sistem ini juga memiliki beberapa tujuan lain yang dapat membantu ataupun mempermudah pihak PT PLN Batam dalam mengelola energi listrik yang disalurkan pada pelanggan, Adapun tujuan tersebut ialah sebagai berikut:

1. Mempermudah dalam pencatatan stan pada kWh Meter yang dijadikan perhitungan tagihan pemakaian listrik pada pelanggan.
2. Mencegah kasus pencurian energi listrik yang dilakukan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab.
3. Mempermudah pemantauan energi listrik pada pelanggan jika terjadi anomali energi listrik pada pelanggan.

## 2.3. Prinsip Kerja Sistem *Automatic Metering Reading* (AMR)

*Automatic Meter Reading* (AMR) merupakan teknologi yang memungkinkan pengumpulan data konsumsi energi secara otomatis dari kWh meter yang terpasang pada pelanggan tanpa perlu pembacaan manual. Prinsip kerja sistem ini didasarkan pada integrasi antara alat ukur energi listrik yang disebut kilo Watt hour (kWh), modul komunikasi, dan sistem pengolahan data pusat. Prinsip kerja dapat dilihat pada **Gambar 1** dibawah ini.



**Gambar 1.** Prinsip kerja sistem AMR

### 1. Pengukuran Energi

Pengukuran merupakan suatu proses untuk menentukan besaran atau karakteristik dari suatu zat atau objek, yang dinyatakan dalam bentuk angka atau nilai tertentu[6]. Pada dasarnya, kWh Meter listrik digital yang digunakan dalam sistem AMR sama dengan kWh Meter analog pada yang sama-sama mengukur arus dan tegangan untuk menghitung daya aktif dan energi yang digunakan pelanggan. Namun kWh Meter digital memiliki memori internal yang berfungsi untuk menyimpan data hasil pengukuran energi listrik. Data pengukuran tersebut tersimpan dalam bentuk digital.

### 2. Akuisisi dan Konversi Data

Nilai energi listrik yang telah diukur akan dikonversi ke dalam bentuk digital dan disimpan dalam register. kWh Meter kemudian mengatur waktu pengambilan data (secara berkala) sesuai konfigurasi.

### 3. Transmisi dan Tranfer data

Data yang telah diukur dan dikonversikan dalam bentuk data digital pada kWhMeter kemudian dikirim secara otomatis ke pusat pengumpulan data (*server*) menggunakan modul komunikasi atau perangkat sistem AMR.

### 4. Penerimaan dan Pengolahan Data

Data yang diterima oleh *server* AMR dari perangkat AMR yang ada pada kWh Meter pelanggan akan disimpan pada pusat *server* data di PT PLN Batam, data tersebut diolah dan ditampilkan pada *software* AMR. Selain itu, data tersebut juga digunakan untuk dasar perhitungan penagihan listrik (*biling*), pemantauan beban, analisis teknis, dan manajemen energi listrik.

## 2.4. Perangkat *Automatic Metering Reading* (AMR)

Sistem *Automatic Metering Reading* (AMR) pada PT. PLN Batam terdiri dari dua bagian yaitu *hardware* dan *software* yang saling berkerja sama serta memiliki fungsi yang berbeda-beda.

### 2.4.1. *Hardware* sistem *Automatic Metering Reading*

*Hardware* atau perangkat keras merupakan komponen fisik pada komputer atau perangkat elektronik yang dapat dilihat ataupun disentuh[7]. Sistem AMR terdiri dari beberapa komponen fisik yang memiliki fungsi yang berbeda-beda.



#### 1. *User*


*User* yang dimaksud adalah perangkat keras seperti *personal computer* (PC) ataupun *smarthphone* yang digunakan untuk mengakses *software* AMR.

#### 2. Modem

Modem atau yang disebut dengan modulator dan demulator merupakan sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengunduh data serta mengirim data dari kWh Meter ke *software* AMR[5]. Modem AMR memiliki beberapa komponen pendukung yang memaksimalkan kinerjanya. Bentuk modem dapat dilihat pada **Tabel 1** dibawah ini.

**Tabel 1. Jenis-Jenis Modem AMR PT PLN Batam**

No	Merk / Type	Bentuk Modem	Spesifikasi/fitur/
1	Sanxing/ CSI 21P		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendukung koneksi 4G;</li> <li>• Memiliki anti-gangguan(<i>jamming</i>);</li> <li>• Memiliki GPS;</li> <li>• Proteksi IP54;</li> <li>• Mendukung peningkatan <i>AT command</i> dengan <i>password</i>;</li> <li>• Pemblokir panggilan dan <i>filter spam SMS</i>;</li> <li>• Peringatan otomatis kelainan modem;</li> <li>• Panggilan suara ulang(???);</li> <li>• Mode <i>booting</i> aman;</li> <li>• Mendukung komunikasi dua arah.</li> </ul>
2	Hexing/HX M 300		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendukung jaringan 4G/3G dan 2G, atau hanya 3G, hanya jaringan 2G</li> <li>• LTE CAT4, UMTS, GSM/GPRS, CSD, USSD dan SMS <i>server</i></li> <li>• Mode Transparan dan Non Transparan</li> <li>• <i>AT command</i> berdasarkan 3GPP TS 27.007, 27.005</li> <li>• <i>Embedded TCP/IP, UDP/IP, MQTT and SSL/TLS protocol stack</i></li> <li>• Tiga warna LED untuk menunjukkan status kerja yang berbeda</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlindungan keamanan dengan nama pengguna dan kata sandi</li> <li>• Mudah diatur menggunakan perangkat lunak PC dan SMS</li> </ul>
3	Wasio n/ NG-1		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Made in Indonesia</li> <li>• SPLN D3.023:2013</li> <li>• GSM/GPRS/EDGE 850/900/1800/1900 MHz</li> <li>• WCDMA 900/2100 MHz</li> <li>• LTE 900 MHz</li> </ul>

### 2.1. Antena

Komponen modem yang berfungsi untuk menerima dan memancarkan gelombang radio pada frekuensi tertentu. Bentuk dari antena dapat dilihat pada **Gambar 2** dibawah ini



**Gambar 2.** Antena modem

*(Dokumentasi pribadi)*

## 2.2. *Power adapter*

Komponen yang berfungsi sebagai sumber catu daya pada modem selain dari kabel daya dari kWh Meter. Bentuk dari *power adapter* dapat dilihat pada **Gambar 3** dibawah ini.



**Gambar 3. Power adapter modem**

*(Dokumentasi pribadi)*

## 2.3. *Simcard*

Komponen yang berfungsi untuk memberikan akses jaringan komunikasi antara modem dengan *server* AMR. Bentuk fisik dari *simcard* dapat dilihat pada **Gambar 4** dibawah ini.



**Gambar 4. Simcard modem**

*(Dokumentasi pribadi)*

## 2.4. Kabel Data

Komponen ini berfungsi untuk menghubungkan kWh Meter dengan Modem. Data yang akan diambil oleh modem akan melalui kabel data ini. Bentuk dari kabel data dapat dilihat pada **Gambar 5** dibawah ini.



**Gambar 5. Kabel data modem**

*(Dokumentasi pribadi)*

3. kWh Meter

Alat yang digunakan untuk mengukur penggunaan energi listrik tertentu yang disebut kWh meter. Total jumlah listrik yang digunakan dalam satu bulan diakumulasikan dan kemudian dikenai Tarif Dasar Listrik (TDL) beserta biaya abonemen dan pajak untuk menentukan tagihan bulanan yang harus dibayarkan[5]. Bentuk kWh meter yang terkonfigurasi dengan perangkat AMR dapat dilihat pada **Gambar 6** dibawah ini.



**Gambar 6. Salah satu kWh meter sistem AMR**

*(Dokumentasi pribadi)*

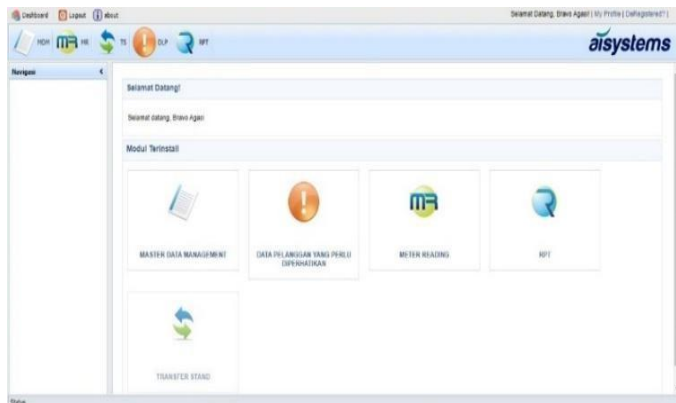
kWh Meter yang terkonfigurasi dengan sistem AMR memiliki spesifikasi tertentu. kWh Meter elektronik yang mampu mengukur energi listrik serta menyimpan hasil pengukuran tersebut kedalam bentuk data digital. Data hasil pengukuran tersebut seperti kWh, kVARh, arus (A), tegangan (V), dan factor daya (Cos  $\phi$ )[8].

## 2.4.2. Software sistem Automatic Metering Reading

Software adalah perangkat lunak yang tidak terlihat secara fisik melainkan berbentuk kumpulan instruksi atau program yang dijalankan oleh komputer atau perangkat elektronik lainnya untuk melakukan tugas tertentu[7]. PT. PLN Batam menggunakan beberapa *software* yang berfungsi sebagai pemberi instruksi ataupun perintah terhadap perangkat keras sistem AMR.

### 1. Aisystems

Salah satu software sistem *Automatic Metering Reading* (AMR) di PT. PLN Batam yang digunakan hingga saat ini. *Software* ini berfungsi untuk memantau energi listrik yang tersalurkan pada pelanggan. Data yang ditarik oleh modem pada kWh Meter ditampilkan pada *software* ini. Tampilan software Aisystems dapat dilihat pada **Gambar 7** dibawah ini.



**Gambar 7. Software aystems**

### 2. Aisgate

*Software* Aisgate merupakan *software* yang biasa digunakan untuk memastikan kondisi modem dan kartu GSM telah sinkron atau tidak. Jika status modem *online* maka modem dan kartu telah sinkron, begitu juga sebaliknya. Tampilan Aisgate dapat dilihat pada **Gambar 8** dibawah ini.

Data Modem Aisgate

Iter By: [-None-] Sort By: [idmodem] Desc Online View Data Print Excel

**STATUS MODEM**  
 Online: 558  
 Offline: 18  
 Listen: 0  
 Total: 576

First << 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 >> Last

umlah: 2022 data ditemukan.

ID	AREA	CCID / ID MODEM	STATUS	IDMETER	LASTUPDATE	DEVICE NAME	PROVIDER	IP	PORT	STATUS			
										DRLI	DH		
										Count	Update	Count	
1		8962101069131021681	Online	M66 211344477	2025-04-29 21:30:49	YAYASAN KOMPUTER BATAM	MLIS	10.128.5.179	8434 (0)	3842	29/04/2025 21:30:49	11506	29 2
2		8962100077140029489	Online		2025-04-29 21:30:49			10.128.29.63	11101 (0)	129	29/04/2025 21:30:49	14219	29 2
3		8962100070144064107	Online		2025-04-29 21:30:49			10.128.16.218	3061 (0)	3877	29/04/2025 21:30:49	11604	29 2

Gambar 8. Software aisgate

## 2.5. Fault Tree Analysis (FTA)

*Fault Tree Analysis* (FTA) atau disebut dengan analisis pohon kegagalan dapat dengan mudah didefinisikan sebagai teknik analisa di mana kondisi sistem yang tidak diinginkan ditentukan, dan kemudian dianalisis untuk menganalisis sistem dalam konteks lingkungan dan operasinya untuk menemukan semua kemungkinan yang dapat diandalkan yang dapat mengakibatkan peristiwa yang tidak diinginkan. FTA menggunakan pendekatan top-down untuk menelusuri penyebab dari suatu kejadian utama dalam sistem[9].

Pohon kegagalan itu sendiri adalah model grafis dari berbagai kombinasi peristiwa kegagalan paralel dan berurutan, yang mengarah ke peristiwa yang telah ditentukan sebelumnya dan tidak diinginkan. Kesalahan dapat dibuat dalam bentuk peristiwa yang terkait dengan perangkat keras komponen, kesalahan manusia, atau kesalahan dalam peristiwa terkait lainnya yang dapat menyebabkan peristiwa yang tidak diinginkan. Dengan demikian, kesalahan pohon menunjukkan koneksi logis dari peristiwa dasar yang mengarah ke peristiwa yang tidak diinginkan, yang merupakan peristiwa teratas dari pohon kesalahan[10].

### 2.5.1. Prinsip FTA

Penggunaan metode FTA dilakukan dengan cara pendekatan deduktif, yang dimulai dari suatu *top event* yang disebut dengan kegagalan utama yang dianalisis secara menurun untuk menemukan penyebab-penyebab dasarnya dari sebuah kejadian kegagalan. Hubungan antar kejadian digambarkan menggunakan logika *AND* dan *OR*.

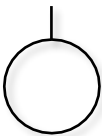
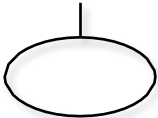
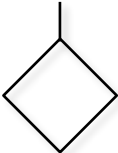
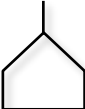
### 2.5.2. Simbol FTA

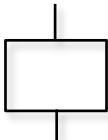
*Fault Tree Analysis* terdiri dari beberapa simbol khusus dan memiliki istilah yang berbeda. Simbol khusus tersebut dapat menjelaskan sebab dan akibat pada suatu peristiwa kegagalan.

a. Simbol Kejadian

Simbol ini merupakan simbol yang menjelaskan kejadian kegagalan pada sistem. Simbol kejadian tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2** dibawah ini.

**Tabel 2. Simbol-simbol kejadian**

No	Simbol	Definisi
1		<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Basic event</i> Simbol ini menunjukkan penyebab kegagalan mendasar yang tidak perlu dilakukan analisa lanjutan untuk mencari penyebabnya.</li></ul>
2		<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Conditioning event</i> Simbol ini menunjukkan kondisi khusus yang harus terpenuhi agar gerbang (seperti <i>INHIBIT</i> dan <i>PRIORITY AND</i>) dapat menghasilkan <i>f. Output</i> ini hanya akan muncul jika <i>input</i> yang relevan ada dan persyaratan kondisi tambahan tersebut terpenuhi.</li></ul>
3		<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Undeveloped event</i> Simbol ini menunjukkan kejadian kegagalan tertentu yang tidak dapat dicari penyebabnya karena tidak tersedia informasi terkait dengan penyebab kegagalan tersebut.</li></ul>
4		<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>External event</i> Simbol ini menunjukkan penyebab kegagalan yang memang seharusnya terjadi.</li></ul>

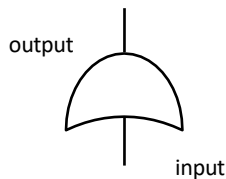
5		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Intermediate event</i> Simbol ini digunakan untuk mengindikasikan hasil gabungan dari beberapa kejadian <i>input</i> yang mengalami kegagalan pada gerbang.</li> </ul>
---	-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

b. Simbol Gerbang

Simbol gerbang digunakan untuk memperlihatkan bagaimana *input* saling berkaitan dan kemudian menghasilkan *output*. Artinya, sebuah *output* terjadi karena ada cara tertentu *input-input* tersebut terhubung.

- Gerbang *OR*

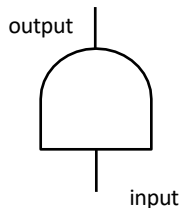
Gerbang *OR* digunakan untuk menandakan bahwa suatu kejadian akan terjadi (muncul sebagai *output*) apabila satu atau lebih dari kejadian kegagalan yang menjadi *input*-nya turut terjadi. Simbol dari gerbang *OR* dapat dilihat pada **Gambar 9** dibawah ini.



**Gambar 9. Gerbang *OR***

- Gerbang *AND*

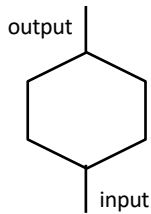
Gerbang *AND* digunakan untuk menandakan ketika kejadian kegagalan (*output*) terjadi jika semua penyebab (*input*) terjadi. Simbol gerbang *AND* dapat dilihat pada **Gambar 10** dibawah ini.



**Gambar 10. Gerbang *AND***

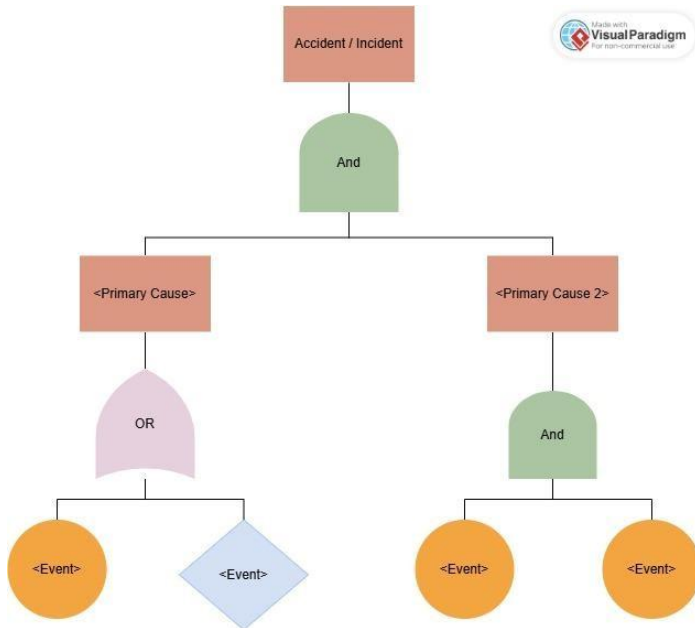
- Gerbang *INHIBIT*

Gerbang *INHIBIT*, yang digambarkan dengan bentuk segi enam, adalah variasi dari gerbang *AND*. Gerbang ini menghasilkan *output* yang dipicu oleh satu *input*, namun *input* tersebut hanya akan memicu *output* jika kondisi tertentu yang menjadi penghambat tidak terpenuhi. Bentuk dari gerbang *INHIBIT* dapat dilihat pada **Gambar 11** dibawah ini.



**Gambar 11. Gerbang *INHIBIT***

Dari simbol-simbol FTA yang telah disebutkan akan disusun menjadi bentuk pohon kegagalan seperti pada **Gambar 12.** dibawah ini.



**Gambar 12. Contoh susunan FTA**

### 2.5.3. Aturan Membangun *Fault Tree*

Untuk dapat Menyusun *fault tree* dari kegagalan pada sebuah sistem diperlukan aturan. Aturan tersebut ialah sebagai berikut:

1. Aturan I: masukkan semua pernyataan kedalam simbol kejadian sebagai kegagalan dan tentukan penyebabnya serta kapan kegagalan tersebut terjadi.
2. Aturan II: Terdapat dua jenis dasar dari penyebab kegagalan, yaitu dikarenakan keadaan sistem dan keadaan komponen
3. Aturan III: Tentukan kegagalan pada sistem menggunakan simbol gerbang dalam *fault tree*, yaitu *AND*, *OR*, *INHIBIT*, atau tanpa menggunakan gerbang sama sekali.
4. Aturan IV: Kegagalan pada komponen selalu menggunakan gerbang *OR*.
5. Aturan V (*No gate to gate*): Setiap *input* gerbang harus secara tepat mendefinisikan suatu kejadian kegagalan. Selain itu, sebuah gerbang

tidak boleh dihubungkan langsung ke gerbang lain tanpa ada kejadian di antaranya.

6. Aturan VI (*No miracle*): Apabila fungsi normal suatu komponen memicu serangkaian kegagalan, maka dalam analisis, komponen tersebut tetap dianggap berfungsi secara normal.
7. Aturan VII: Dalam gerbang *OR*, setidaknya satu kejadian kegagalan dapat menyebabkan kegagalan.
8. Aturan VIII: Pada gerbang *AND* digunakan sebagai hubungan sebab-akibat.
9. Aturan IX: Gerbang *INHIBIT* menunjukkan hubungan sebab-akibat di mana satu kejadian *input* utama secara langsung menyebabkan output, tetapi hanya jika suatu kondisi penghambat tertentu juga ada

#### **2.5.4. Langkah-Langkah Menyusun *Fault Tree Analysis***

Terdapat langkah-langkah untuk dapat Menyusun *fault tree*:

- I. Tentukan tujuan yang akan dicapai dari metode *Fault Tree Analysis*.
- II. Tentukan *top event* (permasalahan utama) yang akan di analisis.
- III. Tentukan batasan penyebab yang langsung berdekatan dengan *top event*.
- IV. Lakukan analisa mendalam yang menyebabkan terjadinya kegagalan.

## **Bab 3. Metodologi Penelitian / Metode Pelaksanaan**

### **3.1. Metode Penelitian**

Pada penelitian ini penulis menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan pada sistem *Automatic Meter Reading (AMR)* di PT PLN Batam dengan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh pemahaman yang mendalam terhadap penyebab-penyebab kegagalan dan struktur hubungan logisnya.

### **3.2. Pengumpulan Data**

Pada penelitian ini penulis mengumpulkan beberapa data terkait sistem AMR untuk mendukung penelitian ini. Untuk proses pengumpulan data, penulis menggunakan beberapa metode untuk mendapatkan data yang diinginkan.

1. Studi Literatur  
Mengumpulkan informasi dari buku, jurnal, dan referensi lainnya yang berkaitan penelitian ini.
2. Observasi Lapangan  
Pengamatan langsung terhadap proses operasional sistem AMR dan kondisi fisik dari perangkat atau komponen AMR yang terpasang di kWh Meter pelanggan

### **3.3. Tempat dan Waktu Penelitian**

Proses penelitian ini dilakukan di PT PLN Batam, khususnya pada wilayah Unit Pelaksanaan Pelayanan Pelanggan (UP3) Batam Centre. Kantor UP3 Batam Centre terletak di Jl. Sudirman No.77, Sukajadi, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau 29444. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan selama proses magang berlangsung.

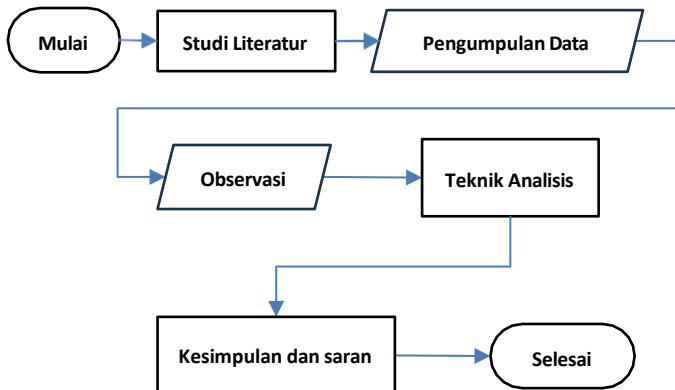
### 3.4. Teknik Analisis

Teknik analisis data pada proses penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi *Top Event*  
Tahapan ini adalah proses menentukan kejadian utama atau *top event* yang menjadi fokus pada penelitian ini.
2. Identifikasi *Basic Event*  
Menguraikan berbagai penyebab potensial pada *basic events* yang dapat memicu terjadinya *top event*.
3. Penyusunan *Fault Tree Diagram*  
Menyusun diagram pohon kesalahan yang menggambarkan hubungan logis antara *top event* dengan *basic event* menggunakan simbol *AND* dan *OR*.
4. Evaluasi dan Interpretasi  
Melakukan analisis terhadap struktur *fault tree* untuk mengidentifikasi kombinasi kegagalan yang paling kritis.

### 3.5. Prosedur Penelitian

Prosedur atau langkah-langkah pada penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir yang ada pada **Gambar 10**.



**Gambar 13.** Diagram alir penelitian

Pada penelitian ini, penulis melakukan beberapa prosedur yang dimulai dari studi literatur yaitu mencari dan membaca sumber referensi yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Setelah melakukan studi literatur, penulis mengumpulkan data dari *software* AMR dan data dari hasil observasi lapangan. Dari data-data yang telah didapatkan penulis melakukan analisis mendalam dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* untuk mengetahui penyebab dan menghubungkan setiap penyebab dari kegagalan pada sistem AMR.

## Bab 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Kegagalan Sistem AMR

Kegagalan pada sistem *Automatic Metering Reading* di PT. PLN Batam atau biasa disebut dengan gagal baca merupakan kegagalan pada sistem AMR yang tidak dapat mengirimkan data kWh Meter ke pusat *server* data. Kegagalan pada sistem AMR di PT. PLN Batam menjadi fokus pekerjaan pada saat mendekati akhir bulan. Hal ini dikarenakan saat proses *billing* atau perhitungan tagihan listrik pelanggan yang dilakukan pada akhir bulan.

### 4.2. Data Operasional Sistem AMR di PT. PLN Batam

Data operasional ini merupakan data jumlah keberhasilan baca meter dan data kegagalan baca meter yang dilakukan oleh sistem AMR dengan berdasarkan jumlah pelanggan pada wilayah UP3 Batam Centre.

Berikut rumus perhitungan dari persentase keberhasilan dan kegagalan pada sistem AMR di PT PLN Batam:

$$\text{Persentase Berhasil (PB)} = \frac{\text{Total Pelanggan} - \text{Gagal Baca}}{\text{Total Pelanggan}} \times 100\% = \%$$

$$\text{Persentase Gagal (PG)} = \frac{\text{Total Pelanggan} - \text{Berhasil Baca}}{\text{Total Pelanggan}} \times 100\% = \%$$

**Tabel 3. Data operasional sistem AMR UP3 BTC 2024**

No	BULAN	TOTAL PELANGGAN	BERHASIL BACA	GAGAL BACA	BERHASIL (%)	GAGAL (%)
1	Agustus	777	748	29	96%	4%
2	September	792	782	10	98%	2%
3	Oktober	796	788	8	99%	1%
4	November	807	791	16	98%	2%
5	Desember	832	822	10	99%	1%

**1) Bulan Agustus**

$$PB \% = \frac{777 - 29}{777} \times 100 \% = 96\%$$

$$PG\% = \frac{777 - 748}{777} \times 100 \% = 4\%$$

**2) Bulan September**

$$PB \% = \frac{792 - 10}{792} \times 100 \% = 98\%$$

$$PG\% = \frac{792 - 782}{792} \times 100 \% = 2\%$$

**3) Bulan Oktober**

$$PB \% = \frac{796 - 8}{796} \times 100 \% = 98\%$$

$$PG \% = \frac{796 - 788}{796} \times 100 \% = 2\%$$

**4) Bulan November**

$$PB \% = \frac{801 - 16}{801} \times 100 \% = 98\%$$

$$PG \% = \frac{801 - 791}{801} \times 100 \% = 2\%$$

### 5) Bulan Desember

$$PB \% = \frac{832 - 10}{832} \times 100 \% = 98\%$$

$$PG \% = \frac{832 - 822}{832} \times 100 \% = 2\%$$

**Tabel 4. Data Operasional sistem AMR UP3 BTC 2025**

No	BULAN	TOTAL PELANGGAN	BERHASIL BACA	GAGAL BACA	BERHASIL (%)	GAGAL (%)
1	Januari	845	832	13	98%	2%
2	Februari	838	827	11	98%	2%
3	Maret	867	857	10	98%	2%
4	April	889	873	10	98%	2%

#### 1) Bulan Januari

$$PB \% = \frac{845 - 13}{845} \times 100 \% = 98\%$$

$$PG \% = \frac{845 - 832}{845} \times 100 \% = 2\%$$

#### 2) Bulan Februari

$$PB \% = \frac{838 - 11}{838} \times 100 \% = 98\%$$

$$PG \% = \frac{838 - 827}{838} \times 100 \% = 2\%$$

#### 3) Bulan Maret

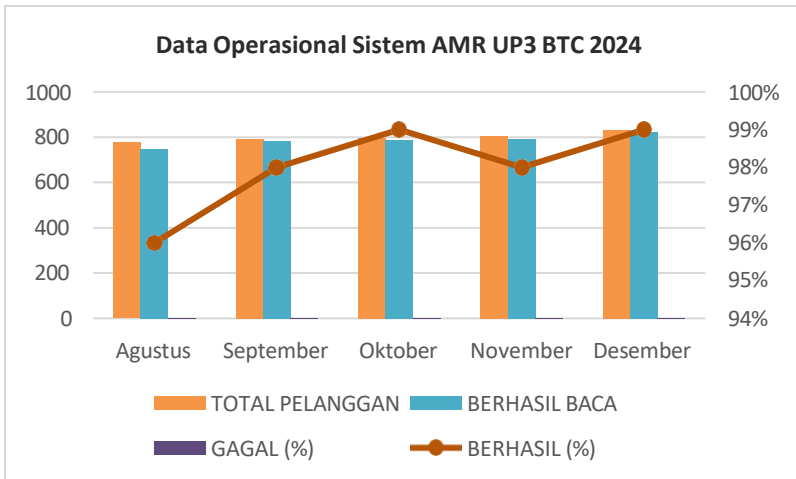
$$PB \% = \frac{867 - 10}{867} \times 100 \% = 98\%$$

$$PG \% = \frac{867 - 857}{867} \times 100 \% = 2\%$$

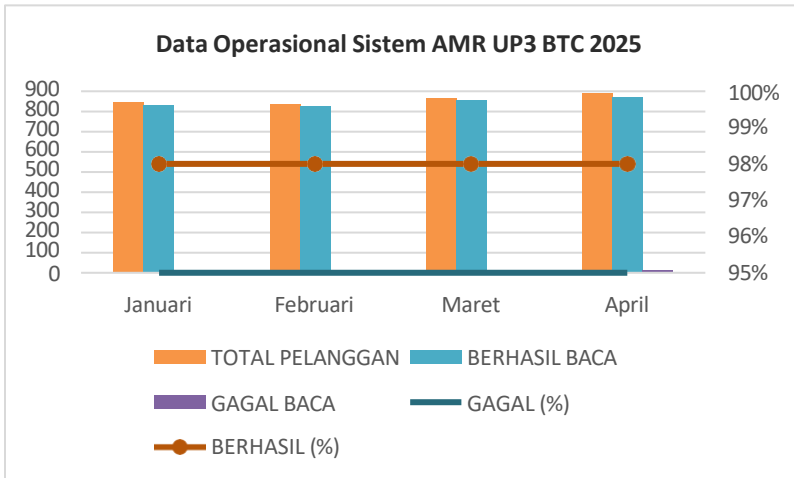
**4) Bulan April**

$$PB \% = \frac{889 - 10}{889} \times 100 \% = 98\%$$

$$PG \% = \frac{889 - 887}{889} \times 100 \% = 98\%$$



**Bagan 1. Data Operasional Sistem AMR UP3 BTC 2024**



**Bagan 2. Data Operasional Sistem AMR UP3 BTC 2025**

Berdasarkan data operasional sistem AMR di wilayah UP3 pada tahun 2024 dan 2025 Batam Centre persentase gagal baca ialah sebesar 1% - 2% di setiap bulannya. Terdapat jumlah yang cukup signifikan pada bulan Agustus pada tahun 2024 yaitu sebesar 4% dengan jumlah gagal baca sebanyak 29 pelanggan, dari informasi yang didapatkan kegagalan tersebut terjadi karena tidak dilakukan pemeliharaan perangkat AMR. Pada bulan tersebut stok modem dalam jumlah sedikit karena dalam proses peralihan modem terbaru.

### 4.3. Data Kegagalan Sistem AMR

Data ini didapatkan dari hasil pembacaan yang telah dilakukan oleh sistem AMR. Data ini memuat jenis kegagalan yang ditampilkan oleh sistem AMR melalui *software* AMR. Jenis kegagalan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5** dibawah ini.

**Tabel 5. Data kegagalan pada sistem AMR**

No.	RESULT
1	START TALKING ERROR, STATUS MODEM MASIH OFFLINE
2	STATUS MODEM MASIH BERKOMUNIKASI DENGAN AMR
3	LOGIN KE METER ERROR, TIDAK ADA RESPON/RESPON TIDAK SESUAI DARI METER
4	STARTTALKING ERROR, MODEM BELUM MENGIRIMKAN ALAMAT IP

5	LOGIN KE METER ERROR, RESPON METER ADDRESS DARI METER TIDAK SESUAI
---	--------------------------------------------------------------------

Terdapat lima jenis kegagalan yang terjadi pada sistem AMR di wilayah UP3 Batam Centre. Jenis kegagalan ini yang menyebabkan terjadinya kegagalan utama yaitu gagal baca. Jika terjadi kegagalan pada saat mendekati tanggal perhitungan tagihan rekening listrik, maka pegawai PLN Batam akan melangsung melakukan tindakan baca manual dengan cara turun langsung ke lokasi pelanggan untuk melakukan foto data pada kWh meter pelanggan yang ditampilkan pada layar digital di kWh meter.

#### 4.4. Data Hasil Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan bertujuan untuk memeriksa secara langsung yang sebenarnya terjadi dilokasi pelanggan. Data tersebut dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Tabel 7** dibawah ini.

**Tabel 6. Data Observasi Lapangan Tahun 2024**

No.	BAGIAN YANG RUSAK	TAHUN 2024				
		Agus	Sep	Okt	Nov	Des
1	MODEM	13	5	2	4	5
2	KARTU GSM (SIMCARD)	8	5	2	6	3
3	MCB SUMBER DAYA LISTRIK PERANGKAT AMR	1				
4	POWER SUPPLY	6		3	5	2
5	KWH METER BLANK			1		
6	KABEL DATA MODEM	1			1	
<b>TOTAL / Bulan</b>		<b>29</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>10</b>
<b>TOTAL / Tahun</b>		<b>73</b>				

**Tabel 7. Data Observasi Lapangan Tahun 2025**

No.	BAGIAN YANG RUSAK	TAHUN 2025			
		Jan	Feb	Mar	Apr
1	MODEM	4	1	4	5
2	KARTU GSM (SIMCARD)	5	8	5	5
3	MCB SUMBER DAYA LISTRIK PERANGKAT AMR				

4	POWER SUPPLY	1			
5	KWH METER BLANK	1	1		
6	KABEL DATA MODEM	2	1	1	
<b>TOTAL / Bulan</b>		<b>13</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>TOTAL / Tahun</b>		<b>44</b>			

Observasi lapangan dilakukan bersamaan pada saat pemeliharaan perangkat dilakukan. Pada tahun 2024 kegagalan pada sistem AMR disebabkan oleh beberapa perangkat AMR yang sering mengalami kerusakan dengan jumlah terbanyak modem, kartu gsm, dan power supplai. Kemudian pada tahun 2025 modem dan power suplai juga menjadi penyebab kegagalan dari sistem AMR. Data ini penulis kumpulkan guna sebagai data tambahan dalam penelitian ini.

#### 4.5. Penerapan Metode FTA

Motode *Fault Tree Analysis* digunakan untuk menganalisa penyebab setiap kegagalan yang terjadi pada sistem *Automatic Metering Reading* pada PLN Batam khususnya pada wilayah kerja UP3 Batam Centre. FTA dapat menghubungkan setiap kegagalan yang terjadi secara logis. Penerapan metode FTA pada sistem AMR terdapat beberapa langkah-langkah.

##### 4.5.1. Penentuan *Top event*

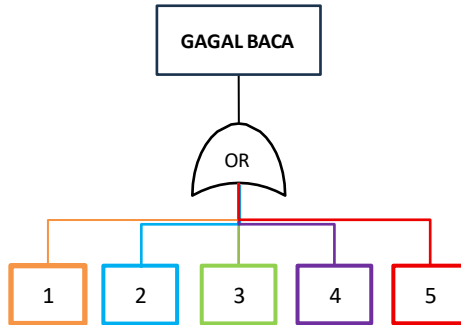
Sebelum menyusun *fault tree diagram* dan menganalisa kejadian kegagalan pada sistem AMR di PT PLN Batam. Penulis menentukan *top event* atau permasalahan utama yang menjadi puncak di *fault tree diagram*. Pada penelitian ini yang menjadi *top event* adalah gagal baca pada sistem AMR. Gagal baca merupakan proses dimana sistem AMR tidak dapat melakukan pembacaan atau menarik data meter yang ada pada pelanggan.



Gambar 14. *Top event* penelitian

##### 4.5.2. Penyusunan *Fault Tree*

Setelah menentukan *top event*, penulis menghubungkan beberapa kegagalan yang terjadi. Kegagalan tersebut dihubungkan dengan membentuk pohon kegagalan yang terdiri dari beberapa simbol-simbol FTA.



**Gambar 15. Fault Tree Diagram Awal**

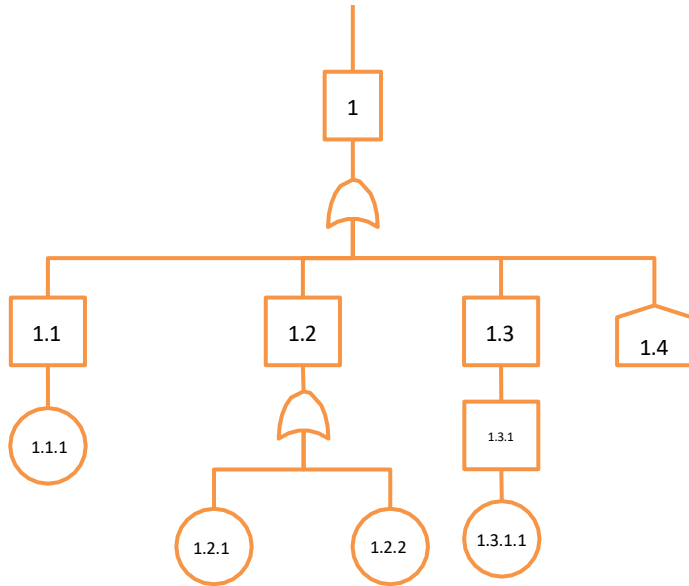
Pada **Gambar 16** diatas terdapat simbol-simbol yang telah penulis beri nomor sebagai kode untuk menunjukkan jenis-jenis kegagalan terjadi pada sistem AMR. Keterangan nomor tersebut sesuai dengan data jenis kegagalan yang ada **Tabel 5**.

#### 4.5.3. Analisis Lanjutan

Setelah menyusun beberapa penyebab kegagalan yang terjadi pada sistem AMR. Penulis melakukan analisis lanjutan untuk dapat mengetahui dan menyusun penyebab paling dasar yang menjadi penyebab terjadinya gagal baca hingga membentuk pohon kegagalan dengan sempurna.

##### 1. Analisis Lanjutan Simbol Nomor 1

Pada simbol nomor satu jenis kegalan yang terjadi adalah *START TALKING ERROR, STATUS MODEM MASIH OFFLINE*. Kegagalan ini termasuk salah satu kegagalan yang menyebabkan terjadinya gagal baca pada sistem AMR di UP3 Batam Centre.



**Gambar 16. Fault Tree Diagram Kegagalan 1**

Setelah melakukan analisis dan penyusunan *fault tree diagram* yang dapat dilihat pada **Gambar 17** diatas, penulis menjelaskan hasil analisis dalam bentuk tabel. Penjelasan analisis pada simbol nomor satu dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini.

**Tabel 8. Simbol *intermediate event***

No	Analisis <i>intermediate event</i>
1.1	Modem mati total
1.2	Jaringan simcard hilang
1.3	Sumber kelistrikan modem terputus
1.3.1	MCB untuk modem trip

**Tabel 8** diatas merupakan analisis *intermediate event* pada simbol nomor 1, simbol ini menunjukkan beberapa penyebab yang menjadi faktor kegagalan pada simbol pertama.

**Tabel 9. Simbol *undeveloped event***

No	Analisis <i>undeveloped event</i>
1.4	Modem dalam kondisi <i>restart</i>

**Tabel 9** diatas merupakan analisis *undeveloped event* pada simbol nomor satu, simbol ini menunjukkan penyebab yang seharusnya terjadi dan menyebabkan terjadinya gagal baca.

**Tabel 10. Simbol *basic event***

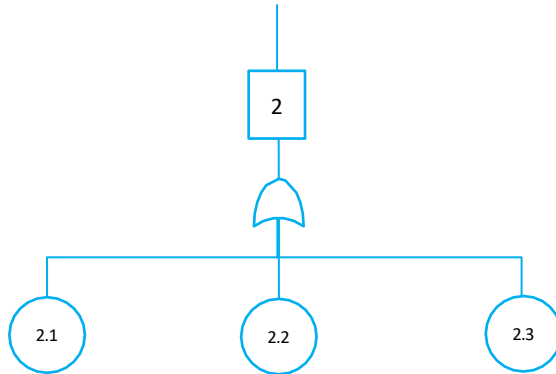
No	Analisis <i>basic event</i>
1.1.1	Modem tersambar petir
1.2.1	Lokasi modem jauh dari jangkauan tower sinyal
1.2.2	Kartu tidak berfungsi
1.3.1.1	MCB tersambar petir

**Tabel 10** diatas merupakan analisis *basic event pada* simbol nomor satu, simbol ini menunjukkan penyebab yang mendasar dan tidak dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

## 2. Analisis Lanjutan Simbol Nomor 2

Pada simbol nomor dua jenis kegalan yang terjadi adalah *STATUS MODEM MASIH BERKOMUNIKASI DENGAN AMR*. Kegagalan ini termasuk

salah satu kegagalan yang menyebabkan terjadinya gagal baca pada sistem AMR di UP3 Batam Centre.



**Gambar 17. Fault Tree Diagram Kegagalan ke 2**

Setelah melakukan analisis dan penyusunan *fault tree diagram* yang dapat dilihat pada **Gambar 18** diatas, penulis menjelaskan hasil analisis dalam bentuk tabel. Penjelasan analisis pada simbol nomor dua dapat dilihat pada **Tabel 11** dibawah ini.

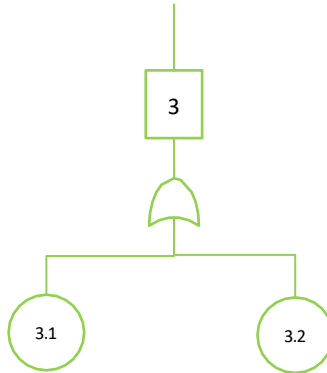
**Tabel 11. Simbol *basic event***

No	Analisis <i>basic event</i>
2.1	Jaringan <i>user</i> saat melakukan penarikan data dalam kondisi lemah.
2.2	Terjadi tabrakan saat penarikan data oleh petugas dengan sistem AMR itu sendiri.
2.3	Terjadi tabrakan karena <i>user</i> lain melakukan pembacaan secara manual.

Berdasarkan **Tabel 11** diatas hasil analisis pada simbol nomor dua langsung pada analisis *basic event*, simbol ini menunjukkan penyebab yang mendasar dan tidak dapat dilakukan analisis lebih lanjut

### 3. Analisis Lanjutan Simbol Nomor Tiga

Pada simbol nomor tiga jenis kegagalan yang terjadi adalah *LOGIN KE METER ERROR, TIDAK ADA RESPON/RESPON TIDAK SESUAI DARI METER*. Kegagalan ini termasuk salah satu kegagalan yang menyebabkan terjadinya gagal baca pada sistem AMR di UP3 Batam Centre.



**Gambar 18. Fault Tree Diagram** kegagalan ke 3

Setelah melakukan analisis dan penyusunan *fault tree diagram* yang dapat dilihat pada **Gambar 19** diatas, penulis menjelaskan hasil analisis dalam bentuk tabel. Penjelasan analisis pada simbol nomor tiga dapat dilihat pada **Tabel 12** dibawah ini.

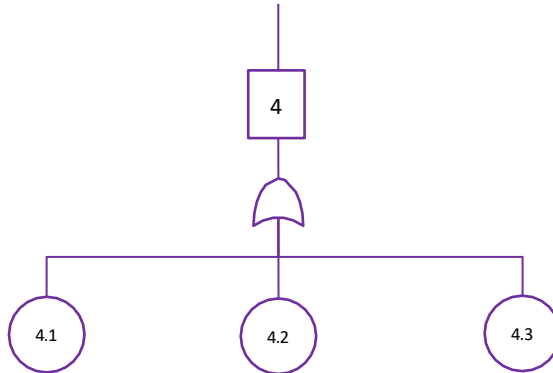
**Tabel 12. Simbol *basic event***

No	Analisis <i>basic event</i>
3.1	Kabel data tidak terkoneksi dengan kWh meter
3.2	Kesalahan konfigurasi kabel data modem ke kWh meter

Berdasarkan **Tabel 12** diatas hasil analisis pada simbol nomor tiga langsung pada analisis *basic event*, simbol ini menunjukkan penyebab yang mendasar dan tidak dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

#### 4. Analisis Lanjutan Simbol Nomor Empat

Pada simbol nomor empat jenis kegagalan yang terjadi adalah *START TALKING ERROR, MODEM BELUM MENGIRIMKAN ALAMAT IP*. Kegagalan ini termasuk salah satu kegagalan yang menyebabkan terjadinya gagal baca pada sistem AMR di UP3 Batam Centre



**Gambar 19. Fault Tree Diagram Kegagalan ke 4**

Setelah melakukan analisis dan penyusunan *fault tree diagram* yang dapat dilihat pada **Gambar 20** diatas, penulis menjelaskan hasil analisis dalam bentuk tabel. Penjelasan analisis pada simbol nomor empat dapat dilihat pada **Tabel 13** dibawah ini.

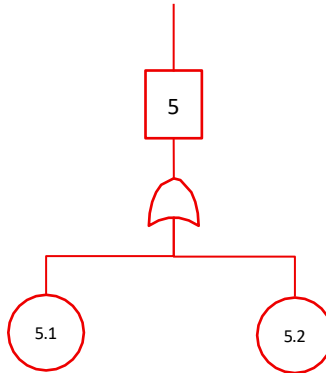
**Tabel 13. Simbol *basic event***

No	Analisis <i>basic event</i>
4.1	Modem error
4.2	<i>Simcard</i> error
4.3	<i>Simcard</i> belum teraktivasi

Berdasarkan **Tabel 12** diatas hasil analisis pada simbol nomor tiga langsung pada analisis *basic event*, simbol ini menunjukkan penyebab yang mendasar dan tidak dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

## 5. Analisis Lanjutan Simbol Nomor 5

Pada simbol nomor empat jenis kegagalan yang terjadi adalah *LOGIN KE METER ERROR, RESPON METER ADDRESS DARI METER TIDAK SESUAI*. Kegagalan ini termasuk salah satu kegagalan yang menyebabkan terjadinya gagal baca pada sistem AMR di UP3 Batam Centre



**Gambar 20. Fault Tree Diagram kegagalan ke 5**

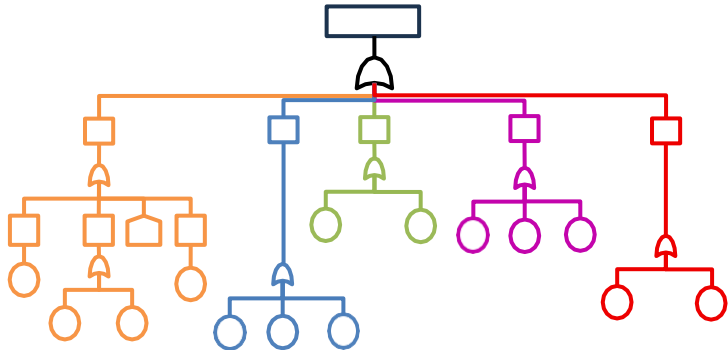
Setelah melakukan analisis dan penyusunan *fault tree diagram* yang dapat dilihat pada **Gambar 21** diatas, penulis menjelaskan hasil analisis dalam bentuk tabel. Penjelasan analisis pada simbol nomor lima dapat dilihat pada **Tabel 14** dibawah ini.

**Tabel 14. Simbol *basic event***

No	Analisis
5.1	Data kWh meter sesuai dengan kWh yang terpasang di lokasi
5.2	Data <i>simcard</i> tidak sesuai dengan <i>simcard</i> yang terpasang

### 4.5.4. Hasil Analisis Keseluruhan

Dari setiap bagian-bagian kegagalan yang telah di analisis penyebabnya maka selanjutnya penulis menggabungkan seluruh bagian tersebut hingga membentuk *fault tree analysis diagram* dengan sempurna. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 22**. dibawah ini.



**Gambar 21. Hasil Fault Tree Analisis Kegagalan sistem AMR**

Perbedaan warna pada *fault tree diagram* sengaja dibuat untuk mempermudah pemahaman dalam melakukan analisis pada setiap kegagalan yang terjadi. Berdasarkan hasil analisis dan penyusunan *fault tree diagram* Penyebab kegagalan pada modem terjadi karena banyak factor sehingga hal ini menjadi lebih dominan dari kegagalan lainnya.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Kegagalan utama yang paling sering terjadi pada sistem AMR adalah ketidakmampuan sistem dalam mengirim dan menerima data pembacaan meter secara otomatis. Dari jumlah kegagalan yang terjadi pada sistem AMR di wilayah UP3 Batam Centre faktor yang dominan dalam mempengaruhi keandalan sistem AMR adalah perangkat modem dan jaringan komunikasi.

Penggunaan Metode FTA ini terbukti efektif dalam membantu mengidentifikasi, memvisualisasikan, dan menganalisis hubungan sebab-akibat dari berbagai potensi kegagalan secara sistematis. Dengan demikian, dapat diambil tindakan pencegahan yang lebih terarah dan tepat sasaran.

### 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat saya berikan terhadap sistem *Automatic Metering Reading* (AMR) di PT PLN Batam khususnya pada wilayah UP3 Batam Centre ialah sebagai berikut:

1. Peningkatan pemeliharaan dan monitoring perangkat  
melakukan pemeliharaan preventif secara berkala pada perangkat AMR, terutama modem dan perangkat komunikasi, guna mengurangi potensi kerusakan dan gangguan jaringan yang dapat mengakibatkan terjadinya kegagalan sistem.
2. Penguatan infrastruktur jaringan komunikasi  
Perlu dilakukan peningkatan kualitas jaringan komunikasi, seperti penggunaan modem yang lebih handal dan teknologi komunikasi yang lebih stabil, agar transmisi data dari meter ke pusat data dapat berjalan lebih lancar dan akurat.
3. Peningkatan kompetensi dan pelatihan teknisi  
Perlu mengadakan pelatihan rutin bagi petugas teknis terkait prosedur konfigurasi, pengoperasian, dan troubleshooting sistem AMR, sehingga dapat meminimalkan kesalahan akibat faktor manusia (human error).

## Daftar Pustaka

- [1] Z. Aulia and I. A. Darmawan, "Penggantian KWH Meter Manual Menjadi AMR Untuk Meningkatkan Akurasi Pembacaan Rekening Listrik Tower 1 Phasa," *Digital Transformation Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 540–547, Oct. 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i2.3018.
- [2] W. Y. Kartika, A. Harsono, and G. Permata, "USULAN PERBAIKAN PRODUK CACAT MENGGUNAKAN METODE FAULT MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAULT TREE ANALYSIS PADA PT. SYGMA EXAMEDIA ARKANLEEMA," *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Januari*, vol. 4, 2016.
- [3] M. Yolanda, Y. Ekawati, and S. Noya, "Penerapan Metode Fault Tree Analysis Untuk Mencegah Kegagalan Pada Departemen Interior di PT X," *Jurnal Sains dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI)*, vol. 3, no. 1, pp. 49–58, Jun. 2023, doi: 10.33479/jtiumc.v3i1.49.
- [4] R. Hariyati, J. T. Elektro, and S.-P. Jakarta, "ANALISIS PEMBACAAN METER OTOMATIS LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN KOMUNIKASI."
- [5] I. Artikel, A. Siswanto, R. Chandra Nova, and M. Baihaqi, "MESTRO JURNAL ILMIAH Analysis of Measurement Results on AMR to Determine P2TL Operation Targets at PT PLN (Persero) UP3 Indramayu Hasil Pengukuran Pada AMR Untuk Menentukan Target Operasi P2TL Di PT PLN (Persero) UP3 Indramayu," 2021.
- [6] S. Darma and S. Sistem, "STUDI SISTEM PENERAAN KWH METER," 2019.
- [7] A. Jurnal Publikasi *et al.*, "PENGENALAN SOFTWARE DAN HARDWARE KOMPUTER KEPADA SISWA MADRASAH TSANAWIYAH RAUDHATUSSA'ADAH," vol. 1, no. 2, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.portalpublikasi.id/index.php/AJP/index>
- [8] Rifqy, Zuriman Anthony, and Sepannur Bandri, "ANALISIS PEMASANGAN AUTOMATIC METER READING SEBAGAI PENDETEKSI KELAINAN APP PELANGGAN PT.PLN (PERSERO)," Jan. 2025.
- [9] H. S. Wicaksono, H. Darmawan, and A. Suwarno, "ANALISIS PENERAPAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA PROSES STAMPING PT WTH," *Jurnal Desiminasi Teknologi*, vol. 13, no. 1, 2025.
- [10] N. H. Roberts and D. F. Haasl, "NUREG-0492, 'Fault Tree Handbook'."

## Biodata



Nama : Muhammad Suwandi  
TTL : Batam, 22 Februari 2001  
Agama : Islam  
Alamat : Bengkong Asrama Blok C3 No. 04  
RT06/RW10  
Email : suwandimuhammad64@gmail.com  
Riwayat Pendidikan :  
SMA/SMK : SMK ISLAM HANG TUAH  
SMP : SMP ISLAM HANG TUAH

