



## Analisa Implementasi *Anomaly Early Warning System* pada Pelanggan *Automatic Meter Reading (AMR)* dalam Pengendalian Susut Jaringan Distribusi pada PLN UP3 Mataram

Wido Kusumo Wibowo\*, Ratna Purwaningsih, Aries Susanty

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

\*)Corresponding author: w.k.wibowo@gmail.com

(Received: November 26, 2024; Accepted: December 16, 2024)

### Abstract

*Analysis of the Implementation of the Anomaly Early Warning System for Automatic Meter Reading (AMR) Customers in Controlling Distribution Network Losses at PLN UP3 Mataram. PLN UP3 Mataram as one of the units with the largest number of customers and sales contribution in the NTB Regional Main Unit has a cumulative realization of distribution losses in 2019 of 6.69% which of course still requires some efforts to achieve the target of 6.28% in 2020. Electricity distribution network losses consist of technical losses and non-technical losses. Non-technical losses are the loss of electrical energy consumed by customers and non-customers because they are not recorded in sales. Some causes of non-technical losses include illegal electricity usage, meter reading errors, measurement tool errors and others. In an effort to achieve this, one of them is to carry out extra checks, monitoring and accurate targets for customer usage, especially Automatic Meter Reading (AMR) customers. Customers registered with AMR per month continue to increase, recorded at the beginning of 2019 at 1,210 customers and at the end of 2019 at 1,731 customers. In terms of monitoring electricity usage, the AMR customer has been provided with the AMICON application (web based) but has not been able to provide real-time warnings to users, so an Anomaly Early Warning System is needed by utilizing the Telegram application. Notifications from this early warning system are fast, accurate and informative, making it easier for users to selectively execute customer measurement anomalies that have been reported. From the results of the calculation analysis, kWh income was obtained at 471,392 kWh after the implementation of the early warning system and at the end of 2020 there was a decrease in distribution network losses to 4.55%.*

**Keywords:** *the power distribution network losses, automatic meter reading, anomaly, early warning system*

### Abstrak

PLN UP3 Mataram sebagai salah satu unit dengan jumlah pelanggan dan kontribusi penjualan terbesar di Unit Induk Wilayah NTB memiliki realisasi kumulatif susut distribusi tahun 2019 sebesar 6,69% yang tentunya masih diperlukan beberapa usaha untuk mencapai target 6,28% di tahun 2020. Susut jaringan distribusi tenaga listrik terdiri atas susut teknis dan susut non teknis. Susut non teknis adalah hilangnya energi listrik yang dikonsumsi pelanggan maupun non pelanggan karena tidak tercatat dalam penjualan. Beberapa penyebab susut non teknik antara lain adalah pemakaian listrik ilegal, kesalahan baca meter, kesalahan alat pengukuran dan lain-lain. Dalam upaya untuk mencapai hal tersebut salah satunya adalah melakukan ekstra pemeriksaan, pemantauan dan target yang akurat terhadap pemakaian pelanggan terutama pelanggan *Automatic Meter Reading (AMR)*. Pelanggan yang terdaftar di AMR per bulan terus meningkat, tercatat pada awal tahun 2019 sejumlah 1.210 pelanggan dan pada akhir tahun 2019 sejumlah 1.731 pelanggan. Dalam hal memantau pemakaian tenaga listrik, pelanggan AMR tersebut telah tersedia aplikasi AMICON (*web based*) namun belum dapat memberikan peringatan yang *real time* terhadap pengguna

sehingga diperlukan *Anomaly Early Warning System* dengan memanfaatkan aplikasi Telegram. Notifikasi dari *early warning system* ini cepat, akurat dan informatif, sehingga memudahkan pengguna untuk selektif mengeksekusi anomali pengukuran pelanggan yang telah dilaporkan. Dari hasil analisa perhitungan didapatkan pendapatan kWh sebesar 471.392 kWh pasca implementasi *early warning system* dan pada akhir tahun 2020 terjadi penurunan susut jaringan distribusi menjadi 4,55%.

**Kata kunci:** *susut distribusi tenaga listrik, automatic meter reading, anomali, early warning system*

**How to Cite This Article:** Wibowo, W. K., Purwaningsih, R. & Susanty, A. (2024). Analisa Implementasi Anomaly Early Warning System pada Pelanggan Automatic Meter Reading (AMR) dalam Pengendalian Susut Jaringan Distribusi pada PLN UP3 Mataram. *JPII*, 2(5), 339-344. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24594>

## PENDAHULUAN

PLN UP3 Mataram dengan jumlah pelanggan sebanyak 1.196.210 pelanggan, memiliki wilayah cakupan 6 Unit Layanan Pelanggan (ULP) antara lain Cakranegara, Ampenan, Praya, Selong, Tanjung dan Pringgabaya. Berdasarkan data aset akhir tahun 2019, jumlah gardu distribusi terpasang di PLN UP3 Mataram adalah sejumlah 3.867 gardu dengan jumlah pelanggan potensial TM dan TR sebanyak 1.758 pelanggan.

Sebagai UP3 dengan jumlah pelanggan dan kontribusi penjualan terbesar di Unit Induk Wilayah NTB, kinerja PLN UP3 Mataram tentunya sangat berpengaruh terhadap capaian kinerja wilayah NTB. Beberapa poin kinerja UP3 yang masih menjadi target utama di tahun 2020 adalah antara lain pertumbuhan penjualan dan susut distribusi. Dengan realisasi kumulatif susut distribusi tahun 2019 sebesar 6,69%, tentunya masih banyak potensi kWh yang masih bisa didapatkan dari penekanan susut teknis dan non teknis.

Pada tahun 2019, PLN UP3 Mataram telah melakukan beberapa pekerjaan untuk penurunan susut distribusi, baik susut teknis atau pun non teknis. Di sisi teknis, pekerjaan yang telah dilakukan antara lain pekerjaan penambahan penyulang untuk pemecahan beban, pemberatan Jaringan Tegangan Menengah (JTM), penambahan jurusan baru untuk pemecahan Jaringan Tegangan Rendah (JTR), pemasangan gardu sisipan, manajemen trafo distribusi dan perbaikan SR deret. Sedangkan di sisi non teknis antara lain penertiban pemakaian listrik ilegal, verifikasi dan pengujian peralatan ukur/meter transaksi pada pelanggan dan inventarisasi serta penertiban PJU liar. Meskipun pekerjaan sesuai dengan rencana kerja telah dilaksanakan dan beberapa target telah dicapai, terdapat poin perbaikan susut teknis dan non teknis masih belum optimal memberikan kontribusi terhadap pendapatan penjualan dan penurunan susut non teknis. Salah satunya adalah anomali pengukuran parameter pada pelanggan *Automatic Meter Reading* (AMR). Anomali dalam hal ini adalah kejadian dalam kumpulan data yang tidak biasa dan tidak sesuai dengan pola umum pada tegangan dan arus listrik.

Susut Distribusi adalah susut teknik dan non teknik yang terjadi pada jaringan distribusi yang meliputi susut pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Gardu Distribusi (GD), Jaringan Tegangan Rendah (JTR), Sambungan Rumah (SR) serta Alat Pembatas & Pengukur (APP) pada pelanggan Tegangan Tinggi (TT), Tegangan Menengah (TM) dan Tegangan Rendah (TR). Susut Teknik adalah susut yang terjadi karena alasan teknik dimana energi menyusut berubah menjadi panas pada Jaringan Tegangan Tinggi (JTT), Gardu Induk (GI), JTM, GD, JTR, SR dan APP. Susut Non Teknik adalah selisih antara susut energi dengan susut teknik. susut non teknis terjadi karena energi listrik tidak tercatat dalam penjualan dan disebabkan oleh berbagai faktor seperti pemakaian ilegal, kWh meter macet, pembacaan/kelainan kWh meter yang menyebabkan pengukuran tidak akurat, dan penerangan jalan umum illegal.

Sesuai Keputusan Direksi PT PLN Nomor 217-1.K/DIR/2005 Perhitungan Susut Distribusi menggunakan formula sebagai berikut.

$$\text{Susut distribusi} = \text{kWh produksi} - \text{kWh PSSD} - \text{kWh jual} \quad (1)$$
di mana kWh produksi menggunakan parameter Siap Salur Distribusi, kWh Pmk Sendiri menggunakan parameter Pemakaian Sendiri Sistem Distribusi (PSSD) dan kWh dijual menggunakan parameter kWh terjual (TUL III-09).

Siap Salur Distribusi adalah energi yang diterima dari sistem pembangkitan, sistem transmisi maupun diterima unit lain dalam berbagai segmen tegangan dan siap didistribusikan. Pemakaian Sendiri Sistem Distribusi (PSSD) adalah jumlah kWh yang dipakai untuk berbagai keperluan peralatan pendukung dan peralatan tertentu yang tetap mengkonsumsi kWh pada saat menyalurkan maupun tidak menyalurkan energi pada sistem distribusi, antara lain peralatan *cell* 20 kV di gardu induk, peralatan kontrol, penerangan dan pendingin gardu distribusi dan pemanas *cubicle* (*heater*). kWh Terjual (TUL III-09) adalah penjualan kWh pada 1 (satu) bulan kemudian dari bulan laporan terdiri dari Tagihan Susulan (P2TL), kWh PJU Ilegal, kWh Koreksi (Termasuk kWh Kurang Tagih) dan kWh Tercetak (TUL III-07).

*Automatic Meter Reading* adalah teknologi pengambilan data secara otomatis dari jarak jauh (*remote*)

hasil pengukuran Meter Elektronik melalui media komunikasi dan menggunakan modem GSM/GPRS/EDGE/3G/HSDPA (SPLN D3.023:2013) Konfigurasi sistem AMR saat ini terbagi menjadi 2 (dua) yaitu:

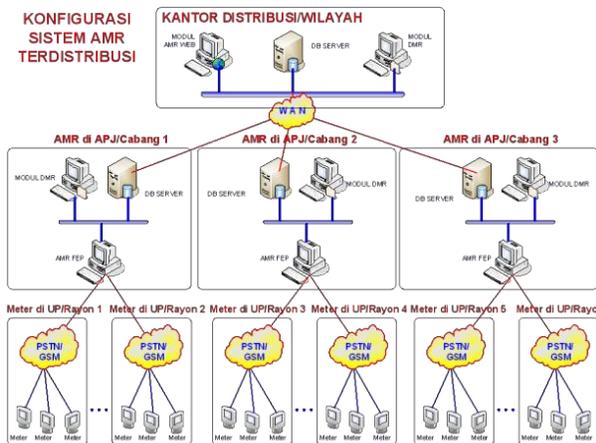
- a. Sistem AMR Terdistribusi
 

Pada sistem AMR Terdistribusi ini:

  - Pusat kendali (*control center*) ada di masing-masing area.
  - Monitoring dilakukan oleh area masing-masing.
  - Sistem komunikasi antara *control center* dengan meter yang ada di pelanggan menggunakan sistem CSD/GPRS.
  - Server yang ada di kantor induk/kantor distribusi hanya sebagai *back up* dari server di area.
- b. Sistem AMR Terpusat/*Centralized*

Pada sistem AMR Terpusat/*Centralized* ini:

  - Pusat kendali (*control center*) berada di Kantor Distribusi/Kantor Induk.
  - Sistem komunikasi antara *control center* dan meter yang ada di pelanggan menggunakan sistem GPRS.
  - Server yang ada di area hanya sebagai *back up* dari server yang ada di Kantor Distribusi

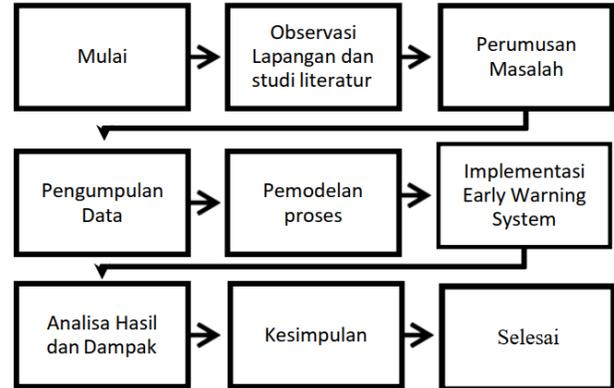


Gambar 1. Gambar Sistem AMR Terdistribusi

Berdasarkan hal tersebut, maka disusunlah perangkat yang dapat memonitor secara daring dan memberikan notifikasi apabila terjadi anomali pada pengukuran tegangan atau arus lebih dan di bawah standar, baik yang diakibatkan oleh pola operasi pada jaringan distribusi atau pun terjadinya kelainan pada peralatan pengukur dan pembatas. Kemudian melalui penelitian ini dilakukan evaluasi dan analisa terhadap *early warning system* untuk mengukur efektivitas implementasinya terhadap capaian susut jaringan tenaga listrik.

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode studi kasus bersifat deskriptif serta penelitian kuantitatif menggunakan angka dan statistik. Pengumpulan data serta informasi merupakan data yang komprehensif dan menjadi poin utama dalam penelitian ini.



Gambar 2. Bagan alur penelitian

Ada pun penjelasan bagan alur penelitian tersebut di atas adalah sebagai berikut.

- Observasi lapangan dan studi literatur
 

Pada penelitian ini dilakukan melalui pengumpulan data secara langsung ke lapangan dengan pengamatan per jenis pekerjaan yang dilakukan dan pemeriksaan kondisi di beberapa pelanggan AMR. Kemudian studi literatur dilaksanakan sebagai langkah awal dalam melakukan perbaikan pada sistem di mana akan didapatkan acuan dalam perbaikan sistem dan proses-proses yang terjadi.
- Perumusan Masalah
 

Setelah dilakukan studi literatur yang disandingkan dengan observasi lapangan akan menghasilkan suatu perumusan masalah dalam melakukan pengendalian susut non teknis melalui implementasi *early warning system* pelanggan AMR.
- Pengumpulan Data
 

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan suatu informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Data-data yang digunakan adalah data periode tahun 2019-2020 antara lain:

  1. Data historis pendapatan kWh jual (TUL III-09)
  2. Data kWh produksi pembangkit
  3. Data *load profile* pelanggan AMR
  4. Data realisasi penyesuaian tagihan rekening listrik

Pengumpulan data-data di atas didapatkan dari Aplikasi AP2T (Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat) dan Aplikasi A2MRT.
- Pemodelan Proses dan Implementasi *Early Warning System*

Dari data-data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan pemodelan proses perbaikan melalui implementasi *early warning system*.

- Analisa Hasil dan Dampak  
 Analisa hasil yang dilakukan adalah analisa perhitungan *saving kWh* yang didapatkan dari implementasi *early warning system* pelanggan AMR dan dampak terhadap pengendalian susut non teknis distribusi.

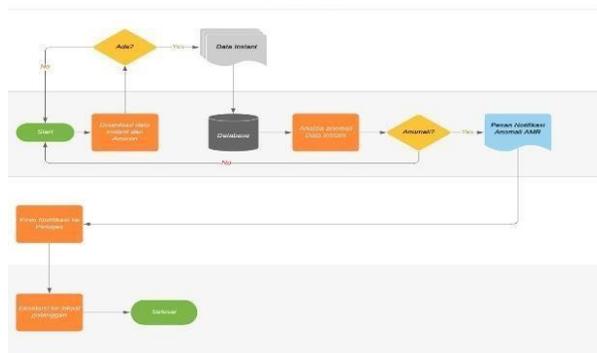
**Rancangan Penelitian**

Penelitian studi kasus ini dilakukan pada PLN Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Mataram di Wilayah Kerja PLN Unit Induk Wilayah Nusa Tenggara Barat (NTB) pada periode tahun 2019-2020 yang mana pada periode tersebut merupakan periode awal implementasi *early warning system* pada pelanggan AMR di PLN UP3 Mataram. Lokasi penelitian mencakup wilayah kerja UP3 Mataram yang terletak di Pulau Lombok yang memiliki cakupan 6 Unit Layanan Pelanggan (ULP) yaitu Ampenan, Cakranegara, Tanjung Praya, Pringabaya dan Selong. Penelitian ini dilakukan dengan formulasi menggunakan pendekatan studi kasus (*case study*) dan melakukan analisa implementasi *early warning system* pada pelanggan *Automatic Meter Reading (AMR)* dengan aplikasi Telegram hingga penerapan metode dalam pengendalian susut non teknis.

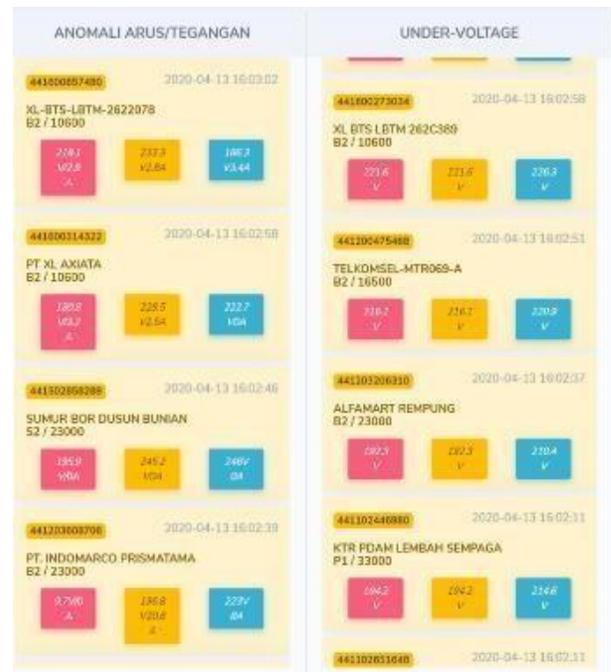
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pemodelan proses**

Pemodelan proses *early warning system* diawali dengan pengolahan data instan *load profile* aplikasi *Automatic Meter Reading (AMR)* yang berhasil diunduh, kemudian diolah dan dianalisa. Apabila terjadi anomali pengukuran tegangan dan arus, maka sistem akan mengirim sinyal ke modem GSM dan kemudian mengirimkan data anomali ke server yang akan diteruskan ke penerima pesan untuk ditindak lanjuti ke lokasi pelanggan. Data yang diterima oleh server UP3 akan diteruskan ke petugas sesuai peran masing-masing via aplikasi Telegram dan kemudian dilakukan pemeriksaan sesuai dengan 'idpel' pelanggan.



Gambar 3. Flow chart *early warning system*



Gambar 4. Dashboard *early warning system*

Sesuai *flowchart* pemodelan proses, setelah dilakukan pengolahan data instan atau *load profile*, data anomali yang sudah diolah akan ditampilkan ke *dashboard* pantauan secara *real time* sesuai gambar di atas. Kemudian data-data yang masuk kategori anomali akan diteruskan untuk notifikasi dengan aplikasi Telegram ke grup/petugas untuk kemudian dilakukan sampel pemeriksaan ke lokasi kWh meter sesuai dengan tampilan di bawah ini.



Gambar 5. Gambar tampilan notifikasi dan hasil pemeriksaan

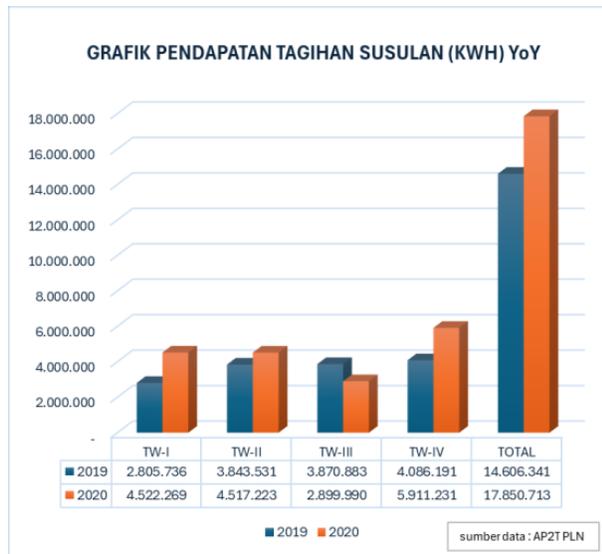
Dari hasil pemeriksaan ditemukan salah satu terminal tegangan pada fasa R pada kWh meter terbakar

dan mengalami kerusakan yang mengakibatkan tegangan terbaca 0 volt.

**Perhitungan Penyesuaian Pemakaian Rekening Tenaga Listrik**

a. Perhitungan Penyesuaian Pemakaian Rekening Tenaga Listrik

Dasar perhitungan tagihan susulan mengacu pada Permen ESDM No. 09 tahun 2011 pasal 12, yang ditindak lanjuti dengan Keputusan Direksi PLN No. 163.1.K/DIR/2012 pada kategori pembacaan register alat pengukur kWh dan atau kVARH. Dari hasil pendapatan kWh tagihan susulan AP2T tahun 2019 dan 2020 didapatkan data sebagai berikut.

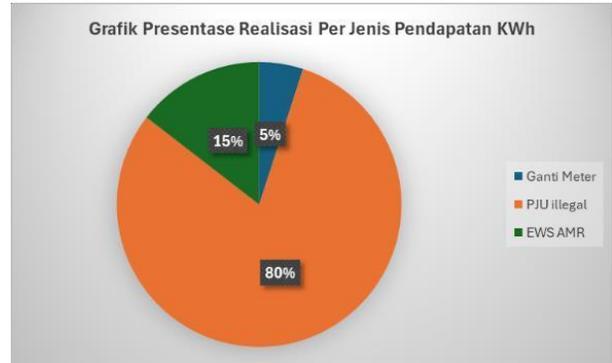


**Gambar 6.** Grafik pendapatan kWh tagihan susulan

Berdasarkan data di atas, pendapatan tagihan susulan total dari tahun 2019 adalah sebesar 14.606.341 kWh dengan pendapatan kWh penyesuaian rekening akurasi pengukuran sebesar 116.999 kWh dan pendapatan tagihan susulan total tahun 2020 adalah sebesar 17.850.713 kWh sehingga didapatkan peningkatan sebesar 3.244.372 kWh secara total yang di dalamnya termasuk komponen penyesuaian rekening dari akurasi pengukuran melalui *early warning system* AMR, penggantian meter periodik dan PJU ilegal. Setelah dilakukan *filtering* data sesuai komponen penelitian, didapatkan komposisi sebagai berikut.

**Tabel 1.** Tabel dan grafik per jenis pendapatan kWh tahun 2020

Ganti Meter	162.219	5,0%
PJU ilegal	2.610.761	80,5%
EWSAMR	471.392	14,5%
Total	3.244.372	100,0%



**Gambar 7.** Grafik persentase realisasi per jenis pendapatan kWh

b. Perhitungan Dampak Terhadap Susut Jaringan Tenaga Listrik

**Tabel 2.** Tabel tren produksi vs penjualan 2020

Bulan	kWh produksi	PSSD	kWh jual (III-09)	Susut
Jan	137.105.998	13.711	125.971.049	11.121.239
Feb	129.702.765	12.970	120.224.741	9.465.054
Mar	134.364.189	13.436	124.120.219	10.230.533
Apr	124.634.369	12.463	114.914.559	9.707.347
May	131.299.774	13.130	123.277.175	8.009.469
Jun	121.003.000	12.100	115.003.379	5.987.520
Jul	123.944.115	12.394	116.871.697	7.060.023
Aug	127.169.460	12.717	125.755.548	1.401.195
Sep	133.055.670	13.306	129.201.969	3.840.395
Oct	136.051.499	13.605	135.413.136	624.758
Nov	136.884.931	13.688	133.928.556	2.942.687
Dec	136.950.140	13.695	135.748.341	1.188.104
Total	1.572.165.909	157.217	1.500.430.369	71.578.324

Berdasarkan data produksi dan penjualan tahun 2020 secara kumulatif PLN UP3 Mataram didapatkan perhitungan susut distribusi tenaga listrik total sebagai berikut.

$$Susut\ total(\%) = \frac{Produksi\ (kWh) - PSSD - Penjualan\ (kWh)}{Produksi\ (kWh)} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan pendapatan tagihan penyesuaian rekening pemakaian tenaga listrik dari implementasi *early warning system* tahun 2020 sebesar 471.392 kWh, maka didapatkan kontribusi penurunan terhadap susut kWh dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\%Pendapatan\ EWS\ thd\ susut = \frac{Pendapatan\ kWh\ EWS\ (kWh)}{susut\ (kWh)} \times 100\% \quad (3)$$

Dari perhitungan di atas didapatkan susut jaringan distribusi tenaga listrik total tahun 2020 adalah sebesar 4,55% atau setara dengan 71.578.324 kWh. Dengan pendapatan kWh *early warning system* (EWS) sebesar 471.392 kWh pada tahun 2020 maka didapatkan kontribusi persentase 0,66% terhadap capaian susut secara total di tahun 2020.

**Tabel 3.** Tabel perhitungan presentase pendapatan EWS terhadap susut total

Tren Produksi vs Penjualan	Kumulatif 2020
Produksi (kWh)	1.572.165.909
PSSD 0,01% (kWh)	157.217
Penjualan (kWh)	1.500.430.369
Susut total (kWh)	71.578.324

Pendapatan kWh kelainan ukur	3.244.372
Pendapatan EWS	471.392
Susut total (%)	4,553%
Presentase pendapatan EWS terhadap susut total (%)	0,66%

Dari hasil analisa dan perhitungan didapatkan bahwa setelah dilakukan implementasi *early warning system* (EWS) pada pelanggan AMR didapatkan sebesar 471.392 kWh atau mengalami peningkatan yang cukup signifikan sebesar 316.116 kWh jika dibandingkan dengan tahun 2019 sebesar 116.999 kWh. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa implementasi EWS cukup efektif dalam mengurangi potensi kehilangan kWh akibat anomali pengukuran.

### KESIMPULAN

Setelah *anomaly early warning system* diimplementasikan pada pelanggan AMR dari Januari 2020 didapatkan kenaikan pendapatan kWh *saving* sebesar 471.392 kWh atau setara dengan 0,66% terhadap kontribusi susut secara total. Dengan Peningkatan Pendapatan Tagihan Penyesuaian Rekening Listrik sebesar 316.116 kWh secara tahunan, implementasi *early warning system* anomali arus, tegangan dan daya dapat digunakan sebagai media untuk mengeksekusi kelainan alat ukur ataupun tegangan operasi sehingga sehingga sangat mendukung kinerja susut terutama susut non teknis, penjualan dan komplain pelanggan. Proses penajaman target operasi pemeliharaan pelanggan AMR menjadi lebih efektif dan efisien baik dari segi waktu dan tenaga pasca implementasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, E., & Amalia, A. F. (2017). Penurunan susut non teknis pada jaringan distribusi menggunakan sistem automatic meter reading di pt. pln (persero). *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(1), 142273.
- Hasanah, N. (2010). *Analisis Gangguan Melalui Sistem Automatic Meter Reading di PT. PLN (Persero) Cabang Pematangsiantar* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2011). *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 09 Tahun 2011*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- PT PLN (Persero). (2005). *Keputusan Direksi Nomor 217-1.K/DIR/2005 Pedoman Penyusunan Laporan Neraca Energi*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2008). *SPLN D5.001:2008 tentang Pedoman Pemilihan dan Penggunaan Meter Energi Listrik*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2012). *Keputusan Direksi Nomor 163.1.K/DIR/2012 Penyesuaian Rekening Pemakaian Tenaga Listrik*. PT PLN (Persero)

- PT PLN (Persero). (2013). *SPLN D3.023:2013 tentang Modem untuk Sistem Pembacaan Meter Terkendali Jarak Jauh (AMR)*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2017). *SPLN D3.006-1:2017 tentang Meter Statik Energi Aktif Listrik Fase Tiga*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2018). *Peraturan Direksi Nomor 0021.P/DIR/2018 Pedoman Teknis Penerapan Formula Susut Jaringan Tenaga Listrik di Lingkungan PT PLN (Persero)*. PT PLN (Persero).
- Syamsudin, Z., Erlina, E., & Suyanto, H. (2015). Analisis Susut Energi Pada Tegangan Rendah di Wilayah PT. PLN (Persero) Area Bulungan. *Sutet*, 5(2), 51-61.