

OPTIMASI PELAKSANAAN PENERTIBAN PEMAKAIAN TENAGA LISTRIK (P2TL) SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN SAVING KWH DAN PENEKANAN SUSUT NON TEKNIS DI PT. PLN (PERSERO) RAYON SEMARANG SELATAN

Irene Ega Novena Putri, Arkhan Subari
Program Studi Diploma III Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Irene Ega Novena Putri, Arkhan Subari, in this paper explain that this study will describe the existing condition P2TL implementation in Rayon South Semarang, examine the root of the problem of lack of optimal implementation of P2TL, and describes efforts to optimizing the implementation in Rayon P2TL South Semarang. The method used is a combination of quantitative and qualitative. The approach used to establish the conditions of implementation P2TL is through observation by setting a good standard P2TL, examining implementation procedures and examined the results of the implementation P2TL P2TL in January-March and discussed the obstacles in its implementation. The approach used to discuss in detail P2TL performance in January-March was through discussion violations committed customers, the amount of saving kWh for three months, the effect of saving kWh in the percentage of shrinkage, and effort optimizing the performance of P2TL. Results of this research note that saving kWh obtained in January-March amounted to 48 599 kWh, or approximately 13% of the targeted savings through the implementation P2TL kWh, thus concluded that the performance P2TL not optimal. Effect of kWh saved is able to suppress shrinkage in January by 0.16% and in March by 0.5%. Efforts should be made in order to optimize the implementation of technically P2TL is through Early Detection of Violations. Efforts should be made in order to optimize the implementation of the non technical P2TL is through targeting of saving kWh monthly, fixing TO Rayon, a sweeping legalization customers, regeneration P2TL implementation team, and socialization prepaid electricity.

Keywords: P2TL, shrinkage, saving kWh, TO.

PENDAHULUAN

Listrik adalah komponen terpenting dalam kehidupan manusia modern, hampir semua aktivitas manusia membutuhkan listrik sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa listrik merupakan nyawa bagi kehidupan manusia saat ini. Berdasarkan kewajiban konsumen yang selanjutnya akan disebut dengan pelanggan, pelanggan diwajibkan salah satunya untuk memanfaatkan tenaga listrik sesuai dengan peruntukannya. Pada kenyataannya masih ada pelanggan yang melakukan pelanggaran pemakaian tenaga listrik, oleh karenanya pelaksanaan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik sangatlah diperlukan. Hal tersebut dibarengi dengan fakta yang ada dimana inovasi Listrik Prabayar yang dilengkapi dengan meter yang dapat mencegah upaya pelanggaran, baru bisa mengcover 12% pelanggan dari total 62.660 pelanggan Rayon Semarang Selatan pada bulan Februari 2013.

Pelaksanaan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik yang baik diharapkan dapat meningkatkan jumlah saving kWh dan menekan susut non teknis dalam sistem distribusi. Berdasarkan Action Plan Penekatan Susut 2013, kegiatan P2TL mampu menyumbang saving kWh yang cukup besar apabila dikerjakan dengan baik. Nilai saving kWh dari pelaksanaan P2TL merupakan yang terbesar dari 44 jenis pekerjaan lainnya yaitu sebesar 371.641 kWh dari total target saving kWh sebesar 1.344.486 kWh. Beranjak dari pemikiran tersebut maka penulis menganggap bahwa pengoptimasian

pelaksanaan P2TL sangatlah penting untuk semakin meningkatkan kinerja P2TL yang saat ini sudah baik untuk semakin lebih baik lagi. Hal terpenting yang menjadi titik tumpu pemikiran penulis adalah mencari cara meningkatkan kinerja P2TL melalui penelitian akar masalahnya baik melalui cara teknis maupun cara non teknis. Pendekatan pertama yang dilakukan penulis adalah melalui penjelasan hasil pengamatan pelaksanaan P2TL di Rayon Semarang Selatan. Kedua adalah pembahasan jumlah dan bentuk pelanggaran serta pengaruhnya pada pengukuran meter, pembahasan perhitungan saving kWh, pembahasan pengaruh saving kWh dalam menurunkan susut, dan penelitian akar masalah beserta upaya penanganannya.

LANDASAN TEORI

Kata optimasi berasal dari kata kerja optimize dari kata sifat (adj) optimal. Bentuk kata optimal dengan imbuhan -ize akan membuat -al pada optimal dipenggal sehingga hasilnya adalah optimize. Optimal adalah berusaha untuk memaksimalkan sesuatu yang diinginkan. Sedangkan Optimasi adalah cara untuk memaksimalkan atau mengoptimalkan sesuatu hal yang bertujuan untuk mengelola sesuatu yang dikerjakan.

Berdasarkan Kepdir PT. PLN(Persero) No: 1486.K/DIR/2011 Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik adalah rangkaian kegiatan yang meliputi perencanaan (Tahap Pra P2TL), pemeriksaan,

tindakan (Tahap Pelaksanaan P2TL) dan penyelesaian (Tahap Pasca P2TL) yang berupa penerbitan Surat Panggilan dan pemberian Tagihan Susulan. Untuk Pelanggaran Golongan 1 (P1) dikenakan denda berupa TS1 yang termasuk dalam pelanggaran ini adalah perubahan batasan daya dan perusakan segel. Untuk Pelanggaran Golongan 2 (P2) dikenakan denda berupa TS2 yang termasuk pelanggaran jenis ini adalah apabila pelanggan melakukan perubahan batasan daya dan perusakan segel milik PLN. Untuk pelanggaran Golongan 3 dikenakan TS3 yang termasuk dalam pelanggaran ini adalah apabila pelanggan melakukan Pelanggaran Golongan 1 dan 3. Untuk Pelanggaran Golongan 4 dikenakan TS4 pelanggaran ini dilakukan oleh non pelanggan (H. Aryawan, I Wayan, 2011). Perhitungan Tagihan susulan untuk setiap golongan tarif sama yang berbeda hanyalah harga listrik per kWh nya. Perhitungan *saving kWh* hanya didapatkan dari Pelanggaran Golongan 2 dengan cara menghitung Tagihan Susulan 2.

$$TS 2 (Rp) = 9 \times 720 \text{ jam} \times \text{Daya Tersambung} \times 0,85 \times \text{harga per kWh}$$

Setelah didapatkan TS 2 maka perhitungan *saving kWh* sebagai berikut.

$$\text{Saving kWh (kWh)} = \frac{TS 2}{TDL \text{ sesuai gol tarif}}$$

Susut (losses) yang berdasarkan KepMenKeu nomor 431/KMK.06/2002: Bentuk kehilangan energi listrik yang berasal dari selisih sejumlah energi listrik yang dibeli dengan sejumlah energi listrik yang terjual atau jumlah energi yang hilang atau menyusut, terjadi karena sebab-sebab teknik maupun non teknik pada waktu penyediaan dan penyaluran energi. Rumus Perhitungan susut energi adalah

$$\text{Susut (\%)} = \frac{\text{kWh siap jual} - \text{kWh terjual (TUL III-09)}}{\text{kWh siap jual}} \times 100\%$$

Susut Non Teknis adalah susut yang tidak disebabkan oleh sifat alamiah material peralatan listrik. *Root Cause Problem Solving (RCPS)* Susut Non Teknis Area Semarang, adalah metode yang digunakan untuk melihat akar masalah penyebab susut non teknis. Berdasarkan RCPS Susut Non Teknis disebutkan bahwa P2TL yang tidak optimal disebabkan oleh DLPD, P2TL pelanggaran legalisasi, dan penetapan TO P2TL, namun dalam hal ini penulis juga menambahkan hambatan-hambatan hasil wawancara dengan petugas pelaksana P2TL Rayon Semarang Selatan.

P2TL ditujukan salah satunya untuk menertibkan Sambungan Rumah (SR) dan APP (Alat Ukur Pembatas) yang ditujukan untuk mengurangi susut pada SR dan APP. Batasan milik

PLN dan batasan milik pelanggan pada Sambungan Listrik Tegangan Rendah ditunjukkan oleh **Gambar 1**.



Gambar 1. Batasan Milik PLN dan Pelanggan

Pengukuran adalah untuk menentukan pemakaian daya dan energi listrik, dalam pengukuran ini alat yang digunakan meliputi meter kWh, meter kVArh, meter kVA maksimum, meter arus dan meter tegangan (Sarimun, 2011:142). Pengukuran beban pada kWh meter adalah

$$\begin{aligned} \text{Beban 1 Fasa (kWh)} &= V \text{ fase} \times I \times \cos \varphi \times \text{pemakaian} \\ \text{Beban 3 Fasa (kWh)} &= \sqrt{3} \times V_{p-p} \times I \times \cos \varphi \times \text{pemakaian} \end{aligned}$$

Sedangkan perhitungan daya untuk 1 fasa adalah

$$\begin{aligned} \text{Daya Semu} &: S = V \times I \text{ (VA)} \\ \text{Daya Nyata} &: P = V \times I \times \cos \varphi \text{ (watt)} \\ \text{Daya Reaktif} &: Q = V \times I \times \sin \varphi \text{ (VAR)} \end{aligned}$$

Sedangkan perhitungan daya untuk sistem 3 fasa adalah

$$\begin{aligned} \text{Daya Semu} &: S = V \times I \times \sqrt{3} \text{ (VA)} \\ \text{Daya Nyata} &: P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos \theta \text{ (Watt)} \\ \text{Daya Reaktif} &: Q = V \times I \times \sqrt{3} \times \sin \theta \text{ (VAR)} \end{aligned}$$

Sumber Tiga Fase memiliki tiga terminal yang disebut terminal jalur, dan sumber tersebut mungkin memiliki terminal keempat yaitu hubungan netral. William H. Hayt (Hayt, 2005:398) menjelaskan bahwa sumber tiga fasa seimbang dengan tegangan ideal yang terhubung dalam suatu Y, didefinisikan memiliki

$$[V_{rn}] = [V_{sn}] = [V_{tn}]$$

dan

$$V_{rn} + V_{sn} + V_{tn} = 0$$

Ketiga tegangan ini, masing-masingnya berada di satu jalur dan netral disebut tegangan fase. Jika dipilih sebarang V_{rn} sebagai rujukan atau mendefinisikan

$$V_{rn} = V_p < 0^\circ$$

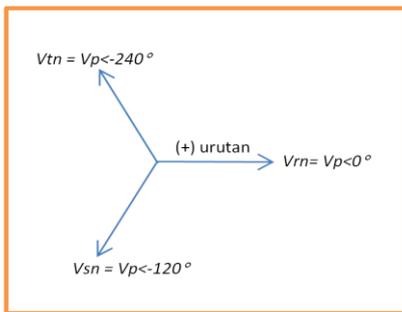
Dimana kita secara konsisten memakai V_p untuk mempresentasikan amplitudo rms dari sembarang tegangan fase, maka definisi dari sebarang sumber 3 fasa menandakan bahwa

$$V_{sn} = V_p < -120^\circ \text{ dan } V_{tn} = V_p < -240^\circ$$

atau

$$V_{sn} = V_p < 120^\circ \text{ dan } V_{tn} = V_p < 240^\circ$$

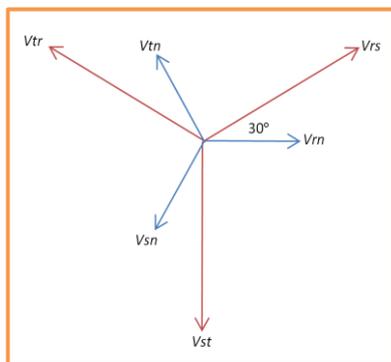
Baris yang pertama disebut urutan fasa positif atau urutan fasa rst sedangkan baris kedua disebut urutan fasa negatif atau urutan fasa tsr dan urutan fasa rst digambarkan dengan diagram fasor seperti pada **Gambar 2**. Urutan fasa yang aktual dari sumber tiga fasa tergantung dari pilihan sebarang dari ketiga terminal yang ditandai r, s, dan t. Ketiganya selalu dipilih agar menjadi urutan positif dan diasumsikan bahwa sistem ini yang dipakai dari sebagian besar sistem yang akan dibahas.



Gambar 2. Urutan fasa positif atau rst

Penentuan tegangan jalur ke jalur yang sering disebut dengan tegangan jalur yang ada saat tegangan fase seperti pada **Gambar 2**. Tegangan ini paling mudah dicari dengan menggunakan diagram fasor, karena sudut-sudutnya semua dalam kelipatan 30°. Konstruksi yang diperlukan diperlihatkan pada **Gambar 3**. hasilnya adalah

$$V_{rs} = \sqrt{3}V_p < 30^\circ$$



Gambar 3. Diagram Fasor untuk Menentukan Tegangan Jalur dari Teg Fase

$$V_{st} = \sqrt{3}V_p < -90^\circ$$

$$V_{tr} = \sqrt{3}V_p < -210^\circ$$

Jika amplitudo rms dari sebarang tegangan jalur dilambangkan dengan V_L maka salah satu karakteristik yang penting dari sumber tiga fasa yang terhubung Y diekspresikan sebagai

$$V_L = \sqrt{3}V_p$$

Apabila beban tiga fasa terhubung Y seimbang dengan sumber, memakai tiga jalur dan satu netral. Beban tersebut direpresentasikan oleh

impedansi Z_p di antara setiap jalur dan netral. Ketiga arus jalur ditentukan dengan mudah seperti berikut

$$I_{rR} = \frac{V_{rn}}{Z_p}$$

$$I_{sS} = \frac{V_{sn}}{Z_p} = \frac{V_{rn} < -120^\circ}{Z_p} = I_{rR} < -120^\circ$$

$$I_{tT} = I_{rR} < -240^\circ$$

maka netral tidak membawa arus jika sumber dan beban sama-sama seimbang dan keempat kawat memiliki impedansi nol.

$$I_{Nn} = I_{aA} + I_{bB} + I_{cC} = 0$$

Daya yang diserap oleh setiap fase R adalah

$$P_R = V_p \cdot I_{rR} \cdot \cos(\text{ang } V_{rn} - \text{ang } I_{rR})$$

sehingga daya pada kedua fase yang lain adalah

$$P_S = V_p \cdot I_{sS} \cdot \cos(\text{ang } V_{sn} - \text{ang } I_{sS})$$

$$P_T = V_p \cdot I_{tT} \cdot \cos(\text{ang } V_{tn} - \text{ang } I_{tT})$$

Pembatasan adalah batas pemakaian daya, sesuai daya tersambung yang menggunakan alat pembatas yang meliputi untuk sambungan TR menggunakan MCB dan untuk sambungan TM menggunakan OLR. Persamaan untuk menentukan pembatas adalah seperti pada persamaan di bawah ini.

Daya 1 Fasa

$$I \text{ (Ampere)} = \frac{S}{V}$$

Daya 3 Fasa

$$I \text{ (Ampere)} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_{ph-ph}}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu prosedur atau cara untuk mengetahui sesuatu yang mempunyai langkah-langkah sistematis (Usman, 2008: 41). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian gabungan antara metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kuantitatif menggunakan data existing yang diperlukan dengan cara mengolah lagi data tersebut agar mudah dipahami. Model kualitatif, metodenya menggunakan riset partisipatori, instrumen pengambilan datanya berupa panduan wawancara. Metode ini dilakukan agar hasil analisis data pada metode kuantitatif dapat di deskripsikan lebih jelas dengan metode kualitatif. Bahan pengamatan yang dipakai adalah

- Laporan pendapatan P2TL per golongan tarif Rayon Semarang Selatan
- Penetapan Tagihan Susulan (Tunai dan Angsuran) Rayon Semarang Selatan
- Data A1-CR Laporan Pelaksanaan P2TL Rayon Semarang Selatan
- Data TUL III-09 Rayon Semarang Selatan

- Data Listrik Pra Bayar belum beli token 3 bulan Rayon Semarang Selatan
- Data Listrik Pra Bayar belum beli token 5 bulan Rayon Semarang Selatan
- Data jumlah pelanggan legalisasi Rayon Semarang Selatan
- Data prosentase susut 3 bulan target dan realisasi Rayon Semarang Selatan
- Data target susut Area Semarang 2013
- Data DLPD KWh max Rayon Semarang Selatan
- Data hasil wawancara dengan petugas pelaksana P2TL Rayon Semarang Selatan.

Alat pengumpul data yang digunakan adalah kamera, alat perekam suara, dan laptop. Jalan pengamatan tugas akhir adalah melalui yang pertama pengumpulan data, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah triangulasi. Langkah pengamatan yang kedua adalah pengolahan data, teknik pengolahan datanya adalah melalui mengorganisasi data, membuat kategori, dan sintesisasi laporan, serta menulis laporan.

PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan

Standar pelaksanaan P2TL yang baik adalah apabila dapat memenuhi target *saving kWh* pada tahun 2013 dan membantu penekanan susut agar mencapai angka 5,2%. Berdasarkan *Action Plan Penekanan Susut 2013* terdapat total 44 jenis pekerjaan untuk menekan susut secara teknis maupun non teknis, dengan distribusi 29 jenis pekerjaan untuk menekan susut teknis dan 15 pekerjaan untuk menekan susut non teknis. Pelaksanaan P2TL merupakan salah satu pekerjaan untuk menekan susut non teknis dengan target *saving kWh* sebesar 371.641 kWh untuk tahun 2013. Apabila kegiatan P2TL berhasil dilaksanakan dengan target *saving kWh* sebesar 371.641 kWh, maka sudah mampu menyumbang lebih dari seperempat total target *saving kWh* tahun 2013. Lebih tepatnya kegiatan P2TL ini mampu menyumbang 27,64 % dari total *saving kWh* yang sebesar 1.344.486 kWh, dan apabila dirunut dari 43 jenis pekerjaan untuk menekan susut yang lain pelaksanaan P2TL adalah pekerjaan yang menyumbang *saving kWh* terbesar.

Pelaksanaan P2TL di Rayon Semarang Selatan sudah sesuai prosedur. Hasil pelaksanaan P2TL ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pelaksanaan P2TL

Bulan	Pemeriksaan	Pelanggaran	Jenis Pelanggaran		
			P1	P2	P3
Januari	183	5	2	2	1
Februari	204	13	13	0	0
Maret	605	8	6	1	1

Hasil Pelaksanaan

Pelanggaran Golongan 1

Kasus Pelanggaran Golongan 1 dikarenakan pemasangan MCB ilegal 6 A pada daya 900 VA. Berikut hasil perhitungan pembatas arus yang seharusnya terpasang pada daya 900 VA dengan menggunakan persamaan (2.21)

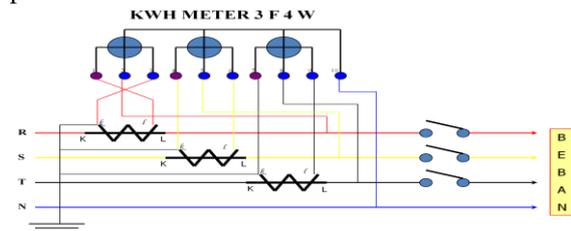
$$I(\text{Ampere}) = \frac{S}{V} = \frac{900}{220} = 4,09 \text{ Ampere} \\ \approx 4 \text{ Ampere}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka seharusnya pembatas arus yang digunakan adalah MCB CL4 dengan arus pengenal 4 Ampere yang sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh PT. PLN (Persero). Jadi apabila pelanggan ingin menggunakan pembatas arus dengan arus pengenal 6 Ampere secara legal, pelanggan seharusnya melakukan penambahan daya sebesar 1300 VA, secara perhitungan dengan menggunakan persamaan (2.21) dibuktikan sebagai berikut

$$I(\text{Ampere}) = \frac{S}{V} \\ S = I \times V = 6 \times 220 = 1320 \text{ VA} \approx 1300 \text{ VA}$$

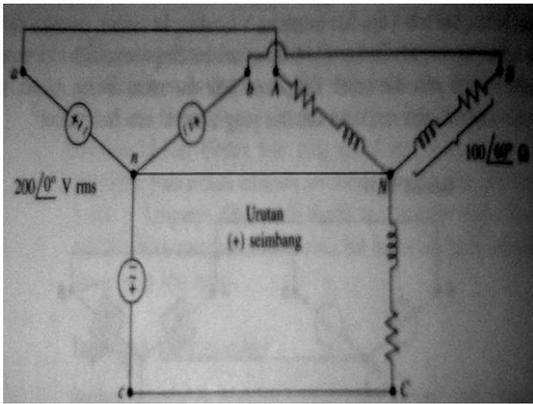
Modus Pelanggaran pada kWh meter 3Phasa

Selama bulan Januari sampai dengan Maret 2013 tidak terdapat pelanggaran pada pelanggan yang menggunakan meter 3 fasa. Namun, penulis akan sedikit membahas mengenai satu contoh pelanggaran pada pelanggan yang menggunakan jenis APP dengan kWh meter 3 fasa pengukuran langsung dengan cara membalik arus pada fasa R yang ditunjukkan oleh wiring pada **Gambar 4**. Pada gambar tersebut terlihat bahwa arus fasa pada fasa R dibalik, seharusnya untuk wiring normal seperti pada fasa S dan T.



Gambar 4. Wiring modus Arus Fasa R terbalik

Sebelum menghitung kWh yang terukur pada posisi pelanggaran maka yang wajib dihitung pertama kali adalah pengukuran kWh saat dalam posisi normal. Diasumsikan sebuah sumber seimbang dan beban yang seimbang terhubung Y-Y empat-kawat-tiga-fase dengan rangkaian seperti pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Rangkaian Sumber Beban Seimbang Terhubung Y-Y 4 Kawat 3 Fasa

Langkah 1

Karena salah satu dari tegangan tiga fasa sumber telah diberikan maka digunakan urutan fasa positif, ketiga tegangan fasa adalah :

$$V_{rn} = 200 \angle 0^\circ V$$

$$V_{sn} = 200 \angle -120^\circ V$$

$$V_{tn} = 200 \angle -240^\circ V$$

Sehingga tegangan jalur adalah :

$$V_L = \sqrt{3} \cdot V_p = \sqrt{3} \cdot 200 = 346 V$$

Dengan menggunakan persamaan (2.11) sampai (2.13) maka ditentukan tegangan jalur ke jalur adalah :

$$V_{rs} = \sqrt{3} \cdot V_p \angle 30^\circ = \sqrt{3} \cdot 220 \angle 30^\circ = 346 \angle 30^\circ V$$

$$V_{sn} = \sqrt{3} \cdot V_p \angle -90^\circ = \sqrt{3} \cdot 220 \angle -90^\circ = 346 \angle -90^\circ V$$

$$V_{st} = \sqrt{3} \cdot V_p \angle -210^\circ = \sqrt{3} \cdot 220 \angle -210^\circ = 346 \angle -210^\circ V$$

Langkah 2

Karena beban seimbang maka perhitungan arus pada setiap fasanya adalah seperti pada persamaan (2.14) sampai (2.16).

$$I_{rR} = \frac{V_{rn}}{Z_p} = \frac{200 \angle 0^\circ}{100 \angle 60^\circ} = 2 \angle -60^\circ A$$

Apabila sistem seimbang maka akan sama dengan

$$I_{sS} = \frac{V_{sn}}{Z_p} = \frac{200 \angle (-60^\circ - 120^\circ)}{100 \angle 60^\circ} = 2 \angle -180^\circ A$$

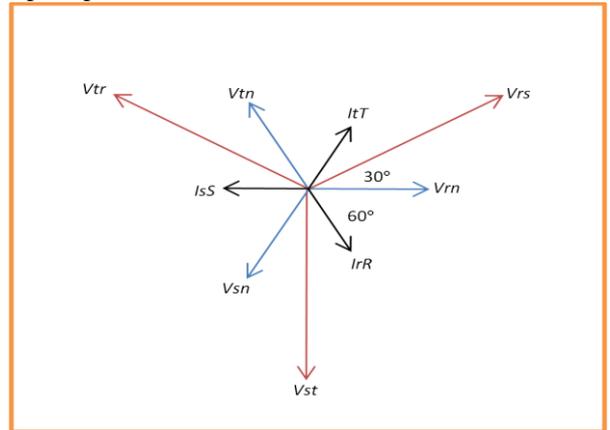
$$I_{tT} = \frac{V_{tn}}{Z_p} = \frac{200 \angle (-60^\circ - 240^\circ)}{100 \angle 60^\circ} = 2 \angle -300^\circ A$$

Sistem tersebut seimbang dan dibuktikan sebagai berikut seperti pada persamaan (2.17) :

$$\begin{aligned} I_N &= I_{rR} + I_{sS} + I_{tT} = 0 \\ I_N &= 2 \angle -60^\circ + 2 \angle -180^\circ + 2 \angle -300^\circ \\ &= 2 (\cos -60^\circ + j \sin -60^\circ) \\ &\quad + 2 (\cos -180^\circ + j \sin -180^\circ) \\ &\quad + 2 (\cos -300^\circ + j \sin -300^\circ) \\ &= 1 - j1,73 - 2 + 1 + j1,73 = 0 + j0 = 0 < 0^\circ \end{aligned}$$

Langkah 3

Gambar diagram fasor untuk pengawatan normal dimana arus pada fasa R belum dibalik seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Fasor Pengawatan Normal

Langkah 4

Daya yang ditunjukkan oleh wattmeter 3 fasa adalah 600 watt, sebagai berikut :

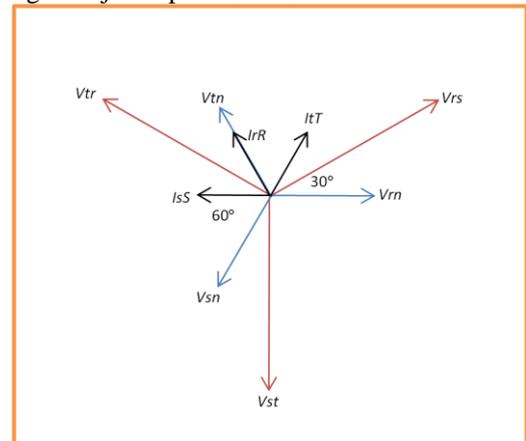
$$\begin{aligned} P_r &= V_p \cdot I_{rR} \cdot \cos (\text{ang } V_{rn} - \text{ang } I_{rR}) \\ &= 200 \cdot 2 \cdot \cos (0^\circ + 60^\circ) \\ &= 200 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_s &= V_p \cdot I_{sS} \cdot \cos (\text{ang } V_{sn} - \text{ang } I_{sS}) \\ &= 200 \cdot 2 \cdot \cos (-120^\circ + 180^\circ) \\ &= 200 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_t &= V_p \cdot I_{tT} \cdot \cos (\text{ang } V_{tn} - \text{ang } I_{tT}) \\ &= 200 \cdot 2 \cdot \cos (-240^\circ + 300^\circ) \\ &= 200 \text{ watt} \end{aligned}$$

Langkah 5

Apabila arah arus pada fasa R dibalik maka diagram vektornya akan digambar ulang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Fasor pada Pengawatan Pembalikan Arah Arus Fasa R

Langkah 6

Apabila arah arus pada fasa R dibalik maka perubahan terjadi hanya pada fasa R saja sedangkan untuk fasa yang lain adalah tetap.

$$I_{rR} = \frac{V_{rn}}{Z_p} = \frac{200 \angle 0^\circ}{100 \angle 60^\circ} = 2 \angle -60^\circ A$$

terbalik arah maka :

$$I_{rR} = 2 < (-60^\circ - 180^\circ) = 2 < -240^\circ$$

Untuk fasa S dan T tetap seperti berikut :

$$I_{sS} = \frac{V_{sn}}{Z_p} = \frac{200 < (-60^\circ - 120^\circ)}{100 < 60^\circ} = 2 < -180^\circ A$$

$$I_{tT} = \frac{V_{tn}}{Z_p} = \frac{200 < (-60^\circ - 240^\circ)}{100 < 60^\circ} = 2 < -300^\circ A$$

Langkah 7

Daya yang ditunjukkan oleh wattmeter 3 fasa dengan arah arus pada fasa R dibalik adalah :

$$P_r = V_p \cdot I_{rR} \cdot \cos(\text{ang } V_{rn} - \text{ang } I_{rR}) = 200 \cdot 2 \cdot \cos(0^\circ + 240^\circ) = -200 \text{ watt}$$

$$P_s = V_p \cdot I_{sS} \cdot \cos(\text{ang } V_{sn} - \text{ang } I_{sS}) = 200 \cdot 2 \cdot \cos(-120^\circ + 180^\circ) = 200 \text{ watt}$$

$$P_t = V_p \cdot I_{tT} \cdot \cos(\text{ang } V_{tn} - \text{ang } I_{tT}) = 200 \cdot 2 \cdot \cos(-240^\circ + 300^\circ) = 200 \text{ watt}$$

Maka total daya yang diukur oleh wattmeter 3 fasa adalah :

$$P_{total} = -200 + 200 + 200 = 200 \text{ watt}$$

Apabila dibandingkan dengan pengawatan normal maka daya yang terukur hanya 1/3 dari pengawatan normal. Sehingga berdasarkan fakta tersebut maka modus ini cukup merugikan bagi PT. PLN (Persero) dan bila pelanggaran ini ditemukan oleh tim P2TL maka pelanggan yang melakukan pembalikan arah arus pada fasa R akan dikenakan P2 dengan denda berupa TS2. Berdasarkan gambar pengawatan terlihat bahwa jenis pengukuran yang digunakan adalah pengukuran langsung. Apabila dimisalkan pelanggan yang melakukan kecurangan adalah pelanggan golongan tarif R3 dengan daya 6.600 VA maka besar tagihan susulan dan *saving kWh* yang didapat adalah

$$TS 2 = 9 \times 720 \text{ jam} \times \left(\frac{6.600 \text{ VA}}{1000}\right) \times 0,85 \times \text{Rp } 1.336,00 \text{ per kWh} = 9 \times 720 \times 6,6 \times 0,85 \times 1.336 = \text{Rp } 48.567.340,00$$

$$\text{Saving kWh} = \left(\frac{\text{Rp } 48.567.340,00}{\text{Rp } 1.336/\text{kWh}}\right) = 36.352 \text{ kWh}$$

Pengaruh Saving kWh pada Susut

Tabel 2. Realisasi Pelanggaran P2 dan P3

NO	GOLONGAN/TARIF		JANUARI PELANGGARAN		FEBRUARI PELANGGARAN		MARET PELANGGARAN		JUMLAH
	GOL TARIF	DAYA (VA)	II	III	II	III	II	III	
1	R1	900		1			1		2
2	R1	1300	1					1	2
3	R1	2200							
4	R2	4400	1						1

R1/900 VA

Untuk Golongan Tarif R1/900 terdapat 2 pelanggaran yaitu P2 dan P3. Perhitungan TS 2 pada keduanya sama jadi *saving kWh* yang didapat adalah sebagai berikut.

Jenis Pelanggaran P2 dan P3 (Perhitungan TS 2 saja)

$$TS 2 = 9 \times 720 \text{ jam} \times \left(\frac{900 \text{ VA}}{1000}\right) \times 0,85 \times \text{Rp } 495,00 \text{ per kWh} = 9 \times 720 \times 0,9 \times 0,85 \times 49 = \text{Rp } 2.453.814,00$$

$$\text{Saving kWh} = \left(\frac{\text{Rp } 2.453.814,00}{\text{Rp } 495/\text{kWh}}\right) = 4.957 \text{ kWh}$$

Karena keduanya memiliki tarif yang sama maka perhitungan *saving kWh*nya adalah : $\text{saving kWh} = 2 \times 4.957 = 9.914 \text{ kWh}$

R1/1300 VA

Untuk Golongan Tarif R1/1300 terdapat 2 pelanggaran yaitu P2 dan P3. Perhitungan TS 2 pada keduanya sama jadi *saving kWh* yang didapat adalah sebagai berikut.

R1/1300 VA

Jenis pelanggaran P2 dan P3 (Perhitungan TS 2 saja)

$$TS 2 = 9 \times 720 \text{ jam} \times \left(\frac{1300 \text{ VA}}{1000}\right) \times 0,85 \times \text{Rp } 790,00 \text{ per kWh} = 9 \times 720 \times 1,3 \times 0,85 \times 790 = \text{Rp } 5.656.716,00$$

$$\text{Saving kWh} = \left(\frac{\text{Rp } 5.656.716,00}{\text{Rp } 790/\text{kWh}}\right) = 7.160 \text{ kWh}$$

Karena keduanya memiliki tarif yang sama maka perhitungan *saving kWh*nya adalah : $\text{saving kWh} = 2 \times 7.160 = 14.320 \text{ kWh}$

R2/4400 VA

Jenis Pelanggaran P2

$$TS 2 = 9 \times 720 \text{ jam} \times \left(\frac{4400 \text{ VA}}{1000}\right) \times 0,85 \times \text{Rp } 890,00 \text{ per kWh} = 9 \times 720 \times 4,4 \times 0,85 \times 890 = \text{Rp } 21.569.328,00$$

$$\text{Saving kWh} = \left(\frac{\text{Rp } 21.569.328,00}{\text{Rp } 890/\text{kWh}}\right) = 24.325 \text{ kWh}$$

Sehingga dari perhitungan bulan Januari sampai dengan bulan Maret didapatkan jumlah *saving kWh* sebesar 48.559 kWh dengan penjabaran sebagai berikut.

Total *Saving kWh*

$$= \text{saving kWh dari R1/900 VA} + \text{saving kWh R1/1300 VA} + \text{saving kWh R2/4400 VA} = 9.914 \text{ kWh} + 14.320 \text{ kWh} + 24.325 \text{ kWh} = 48.559 \text{ kWh}$$

Pengaruh *saving kWh* pada susut bulan Januari adalah terlihat pada perbandingan perhitungan susut dengan *saving kWh* dan perhitungan susut tanpa *saving kWh* seperti berikut.

Susut dengan memperhitungkan *saving kWh*

$$\begin{aligned} \text{Susut}(\%) &= \frac{kWh_{\text{siapjual}} - kWh_{\text{terjual}}(TULIII - 09)}{kWh_{\text{siapjual}}} \times 100\% \\ \text{Susut}(\%) &= \frac{23.596.844 - 21.051.182}{23.596.844} \times 100\% \\ &= 10,78\% \end{aligned}$$

Susut tanpa memperhitungkan *saving kWh*

$$\begin{aligned} kWh_{\text{Terjual}} &= 21.051.182 - 36.442 \\ &= 21.014.740 \text{ kWh} \\ \text{Susut}(\%) &= \frac{23.596.844 - 21.014.740}{23.596.844} \times 100\% \\ &= 10,94\% \end{aligned}$$

Selisih dari susut tanpa dan dengan *saving kWh* adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Selisih susut Jan} &= 10,94\% - 10,78\% \\ &= 0,16\% \end{aligned}$$

Pengaruh *saving kWh* pada susut bulan Februari adalah terlihat pada perbandingan perhitungan susut dengan *saving kWh* dan perhitungan susut tanpa *saving kWh* seperti berikut .

$$\begin{aligned} \text{Susut dengan memperhitungkan } \textit{saving kWh} \\ \text{Susut}(\%) &= \frac{kWh_{\text{siapjual}} - kWh_{\text{terjual}}(TULIII - 09)}{kWh_{\text{siapjual}}} \times 100\% \\ \text{Susut}(\%) &= \frac{22.113.636 - 20.720.355}{22.113.636} \times 100\% \\ &= 6,3\% \end{aligned}$$

Susut tanpa memperhitungkan *saving kWh*

$$\begin{aligned} kWh_{\text{Terjual}} &= 20.720.355 - 0 \\ &= 20.720.355 \text{ kWh} \\ \text{Susut}(\%) &= \frac{22.113.636 - 20.720.355}{22.113.636} \times 100\% \\ &= 6,3\% \end{aligned}$$

Selisih dari susut tanpa dan dengan *saving kWh* adalah sebagai berikut.

$$\text{Selisih susut} = 6,3\% - 6,3\% = 0\%$$

Pengaruh *saving kWh* pada susut bulan Maret adalah terlihat pada perbandingan perhitungan susut dengan *saving kWh* dan perhitungan susut tanpa *saving kWh* seperti berikut .

$$\begin{aligned} \text{Susut dengan memperhitungkan } \textit{saving kWh} \\ \text{Susut}(\%) &= \frac{kWh_{\text{siapjual}} - kWh_{\text{terjual}}(TULIII - 09)}{kWh_{\text{siapjual}}} \times 100\% \\ \text{Susut}(\%) &= \frac{25.499.968 - 23.932.676}{25.499.968} \times 100\% \\ &= 6,15\% \end{aligned}$$

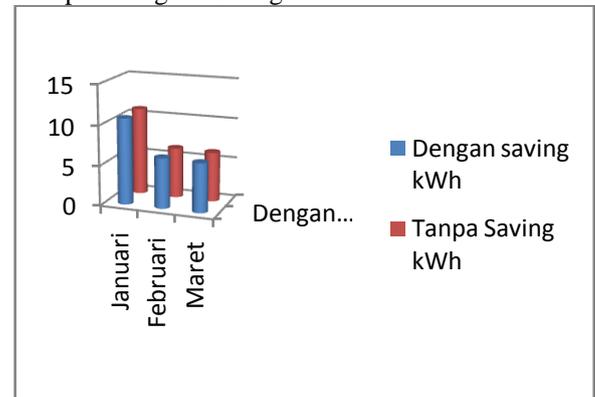
Susut tanpa memperhitungkan *saving kWh*

$$\begin{aligned} kWh_{\text{Terjual}} &= 23.932.676 - 12.117 \\ &= 23.920.559 \text{ kWh} \\ \text{Susut}(\%) &= \frac{25.499.968 - 23.920.559}{25.499.968} \times 100\% \\ &= 6,20\% \end{aligned}$$

Selisih dari susut tanpa dan dengan *saving kWh* adalah sebagai berikut.

$$\text{Selisih susut Feb} = 6,2\% - 6,15\% = 0,5\%$$

Berikut Grafik perbandingan dengan dan tanpa memperhitungkan *saving kWh* dari P2TL.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Susut

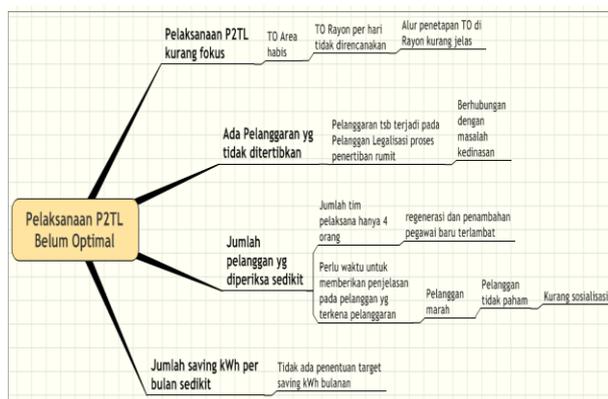
Penelitian Akar Masalah Teknis dan Non Teknis serta Upaya Penyelesaian

Akar masalah penyebab belum optimalnya pelaksanaan P2TL secara teknis ini adalah belum adanya sistem deteksi awal melalui data teknis tentang adanya pelanggaran, karena sebenarnya hal ini juga dapat berguna dalam penentuan Target Operasi. Deteksi awal secara teknis ini masih belum ada, dikarenakan tidak adanya data pelanggan dalam satu trafo di Area Semarang dan tidak adanya meter pada trafo, sehingga susut energi tiap trafo dan kemungkinan adanya pelanggaran tidak dapat terlihat.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam Deteksi Awal Pelanggaran :

- Penentuan Daerah Sampling
Daerah sampling ini dipilih berdasarkan tingkat kepadatan jumlah pelanggan dan survei pelaku usaha terbanyak.
- Pendataan Pelanggan
Pendataan pelanggan dalam satu trafo, mencatat total pelanggan dan daya total yang terpasang sesuai SPJBTL.
- Pengukuran Arus pada Transformator Pelanggan
Pengukuran arus dilaksanakan saat WBP (Waktu Beban Puncak) yaitu pada pukul 17.00-22.00.
- Komparasi Data
Melakukan komparasi data apakah arus maksimal pada pemakaian pada beban puncak sesuai dengan arus maksimal yang seharusnya dipakai pelanggan berdasarkan data pelanggan. Apabila arus bocornya tinggi, maka hasil ini kemungkinan besar ada pelanggan yang melakukan pelanggaran.

Sedangkan secara non teknis adalah sebagai berikut seperti pada **Gambar 9**.



Gambar 9. RCPS Pelaksanaan P2TL Belum Optimal

- Penetapan TO Rayon dengan menilik data Daftar Langganan Perlu Diperhatikan (DLPD), Daftar Pembacaan Meter (DPM), Daftar Pemakaian kWh (DPK), dan dari sumber informan dengan memilah dan mengelompokkan data berdasarkan skala prioritasnya.
- Penertiban di lingkungan pelanggan Legalisasi.
- Regenerasi atau pengangkatan pegawai baru sangat dibutuhkan, untuk memberikan pelajaran bagi generasi muda. Hal ini dikarenakan hampir semua tim P2TL di 10 rayon yang ada di Area Semarang minim generasi muda dan sangat minim tenaga pelaksana, rata-rata per rayon hanya 2 orang saja.
- Sosialisasi Listrik Pra Bayar dan sosialisasi pemakaian tenaga listrik yang baik dan benar.
- Menentukan target saving kWh bulanan hal ini ditujukan untuk memenuhi target saving kWh tahunan. Selain itu, pengisian data yang sudah terealisasi juga diperlukan untuk mengetahui dan membandingkan apakah kinerja sudah sesuai dengan target yang ditentukan.

KESIMPULAN

- Berdasarkan data *Action Plan Penekanan Susut 2013 Rayon Semarang Selatan*, kegiatan P2TL menyumbang *saving kWh* sebesar 371.641 kWh dari total target *saving kWh* sebesar 1.344.486 kWh.
- *Saving kWh* yang didapatkan selama Januari - Maret sebesar 48.469 kWh yang didapat dari 3 pelanggaran P2 dan 2 pelanggaran P3, maka masih ada sisa target sebesar 323.272 kWh
- Masalah pertama pelaksanaan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) yang

kurang fokusternyata disebabkan oleh alur penetapan P2TL yang kurang jelas, cara penanganannya adalah dengan penerbitan Target Operasi Rayon oleh Manajer Rayon.

- Masalah kedua adalah ada pelanggaran yang tidak ditertibkan ternyata akar masalahnya adalah sulitnya menertibkan pelanggan legalisasi, cara penanganannya adalah dengan pendekatan dengan instansi bersangkutan.
- Masalah ketiga adalah jumlah pelanggan yang ditertibkan sedikit akar masalah penyebabnya ada dua yaitu jumlah tim pelaksana yang sedikit dan ketidakpahaman pelanggan, cara penanganannya adalah dengan melakukan regenerasi dan sosialisasi dengan pelanggan.
- Masalah keempat adalah tidak adanya target bulanan pada Action Plan Penekanan Susut sehingga pekerjaan pelaksanaan P2TL tidak optimal, cara penanganannya adalah dengan menetapkan target bulanan berdasarkan target tahunan dibagi 12 bulan.

SARAN

Pendataan pelanggan per trafo setiap rayon bagus untuk dilaksanakan terlebih bila di kemudian hari data tersebut dapat dimasukkan dalam aplikasi AP2T. Selain itu demi menunjang pengukuran susut teknis pada jaringan dan susut pada transformator, mungkin perlu dipasang meter pada setiap transformator. Pendataan pelanggan per trafo dan pemasangan meter tiap trafo ini nantinya juga berguna dalam penentuan deteksi awal pelanggaran.

Pada proses pra P2TL sudah seharusnya penetapan TO Rayon menggunakan data Daftar Langganan Perlu Diperhatikan (DLPD), Daftar Pembacaan Meter (DPM), Daftar Pemakaian kWh (DPK), dan dari sumber informan dengan memilah dan mengelompokkan data berdasarkan skala prioritasnya. Pada Proses pelaksanaan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik bisa semakin baik apabila ada regenerasi atau pengangkatan pegawai baru agar pekerjaan P2TL yang cukup banyak dapat tertangani dengan baik. Hal terpenting yang wajib diperhatikan untuk mengurangi pelanggaran adalah dengan melakukan sosialisasi Listrik Pra Bayar dan sosialisasi pemakaian tenaga listrik yang baik dan benar. Sehingga diharapkan masyarakat sadar akan pentingnya listrik bagi kehidupan dan kenyamanan menggunakan Listrik Pra Bayar.

DAFTAR PUSTAKA

1. H. Aryawan, I Wayan. 2011. **Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL)**. PT. PLN (Persero): Manado.
2. Hayt, William H; Kemmerly, Jack E; & Durbin, M. Steven. 2005. **Rangkaian Listrik: Edisi Keenam**. Jakarta : Erlangga
3. Keputusan Direksi PT. PLN (Persero) Nomor: 1486.K/DIR/2011 yang sudah disahkan oleh

- keputusan Direktur Jendral Ketenagalistrikan Nomor: 33-12/23/600.
4. Keputusan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 431/KMK.06/2002 Tentang Tata Cara Penghitungan Dan Pembayaran Subsidi Listrik.
 5. Sarimun, Wahyudi. 2011. **Buku Saku Pelayanan Teknik (Yantek)**. Depok : Garamond.