

Pengujian Keandalan Sistem *Current Transformer* Dalam Menanggulangi Penggunaan Energi Listrik Secara Ilegal

Moranain Mungkin¹, Habib Satria², Zulkifli Bahri³, Ahmad Ridwan⁴

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Medan Area¹

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Medan Area²

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Medan Area³

Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Andalas⁴

*habib.satria@staff.uma.ac.id²

ABSTRACT

The increasing demand for and tariffs on electricity has made people choose to take the risk of going against the law by illegally stealing currents on state-owned electricity networks. This is very detrimental if there is an electrical short circuit which can cause a fire. Therefore, a physical detection method is needed, namely by directly checking the seal meter and supported by a tool to prevent the occurrence of illegal use of current which is effective so that the measurement directly to the consumer can obtain valid data results. The tool used to overcome the problem of rampant illegal current theft is to install a current transformer (CT) on the kWh meter. Simulations are carried out at the electrical measurement laboratory of the Medan Area University electrical engineering study program by testing the reliability of the current transformer. The test results show that the data on the use of legal load currents and illegal load currents after the installation of current transformers, there is an increase in power where after using the CT the detected power consumption is 426 W, previously the power was fixed at 306 W, using both legal and illegal currents. The research found that simple installation using current transformers is very helpful for PLN in preventing the use of illegal electricity without having to routinely check consumers. Utilization of CT applications can also reduce the occurrence of leakage currents and short circuits in illegal use of electric current.

Keywords: *Physical Detection Methods, Current Transformer, Illegal Current*

INTISARI

Meningkatnya kebutuhan dan tarif energi listrik membuat oknum masyarakat memilih untuk mengambil resiko menentang hukum dengan melakukan pencurian arus secara ilegal pada jaringan listrik milik Negara. Hal tersebut sangat merugikan apabila terjadi konsleting listrik yang dapat mengakibatkan kebakaran. Oleh sebab itu, dibutuhkan metode physical detection yaitu dengan memeriksa langsung meteran segel dan didukung suatu alat untuk mencegah terjadinya pemakaian arus secara ilegal yang efektif agar pengukuran secara langsung ke konsumen diperoleh hasil data yang valid. Alat yang digunakan untuk menanggulangi masalah maraknya pencurian arus ilegal yaitu dengan memasang current transformer (CT) pada kWh Meter. Simulasi dilakukan pada laboratorium pengukuran listrik program studi teknik elektro Universitas Medan Area dengan melakukan pengujian terhadap keandalan transformator arus. Hasil pengujian terdapat bahwa data pemakaian arus beban legal dan arus beban ilegal sesudah pemasangan current transformer terjadi penambahan daya dimana setelah menggunakan CT konsumsi daya yang terdeteksi sebesar 426 W yang sebelumnya daya tetap yaitu sebesar 306 W, baik menggunakan arus legal maupun secara ilegal. Penelitian diperoleh bahwa pemasangan sederhana dengan pemanfaatan current transformer sangat membantu PLN dalam mencegah penggunaan arus listrik ilegal tanpa harus melakukan pengecekan secara rutin terhadap konsumen. Pemanfaatan aplikasi CT juga dapat mengurangi terjadinya kebocoran arus dan hubungan singkat pada pemakaian arus listrik secara ilegal.

Kata kunci: Metode *Physical Detection*, *Current Transformer*, Arus Ilegal

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia sangat dibutuhkan pada era modern saat sekarang ini,

baik dari segi sektor industri, pendidikan ataupun perkantoran. Akan tetapi seringkali terjadi gangguan pemadaman listrik bergilir

menyebabkan aktivitas terhambat dan sangat mengganggu masyarakat dalam bekerja. Penyebab terjadinya pemadaman yaitu faktor teknis dan non teknis, pada pemadaman akibat faktor teknis disebabkan adanya gangguan pada sistem penyaluran daya dan *power quality*, sedangkan faktor non teknis misalnya terjadi *losses* akibat pencurian arus listrik yang menyebabkan beban lebih [1].

Salah satu penyebab beban lebih dikarenakan pemakaian arus listrik ilegal. Pemakaian arus ilegal akan menimbulkan kerugian pada pihak penyedia daya dan juga pada konsumen, misalnya terjadi kebakaran yang dapat menimbulkan korban jiwa dan materi ataupun dapat membahayakan oknum pencuri tersebut [2]. Cara yang sederhana dilakukan oleh oknum pencurian dengan *membypass ECB* dan mengakibatkan daya listrik akan melampaui batas [3]. Pemakaian arus listrik ilegal ini tidak hanya pada konsumen dengan daya yang cukup besar, tetapi juga pada konsumen rumah tangga. Penggunaan listrik secara ilegal merupakan suatu tindakan yang menyimpang yang dapat merugikan seperti pelanggan yang taat aturan, negara ataupun PLN sebagai penyuplai energi listrik. Beberapa faktor resiko yang terjadi terhadap pencurian arus seperti tegangan menjadi turun, peralatan listrik yang akan mudah rusak dan dapat mengancam kehandalan jaringan dari grid PLN [4]. Apabila kerugian dalam pencurian arus dapat diminimalisir akan berdampak pada langsung pada perekonomian negara yang lebih baik [5].

Untuk melaksanakan penertiban pemakaian aliran listrik PLN membentuk regu-regu P2TL (Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik) yang dalam pelaksanaan tugasnya di lapangan ternyata juga dapat terancam, diadakan oleh pelanggan kepada penyidik dengan tuduhan melanggar Pasal 335 ayat (1) KUHP atau Pasal 551 KUHP. Adanya beberapa laporan atau pengaduan dengan persangkaan menurut Pasal 335 ayat (1) ke-1 KUHP atau Pasal 551 KUHP tersebut perlu disikapi dengan sangat hati-hati baik oleh Penyidik maupun Penuntut Umum. Hal ini

berkaitan dengan adanya kontrak atau Surat Perjanjian yang telah disepakati antara pelanggan dengan PT. PLN (PERSERO), dimana menurut ketentuan perdata isi perjanjian tersebut berlaku sebagai undang-undang bagi para pihak yang menyepakatinnya. Surat Perjanjian atau kontrak tersebut antara lain meliputi Pemeliharaan, Perbaikan, Perluasan, dan Rehabilitasi Instalasi/Peralatan Listrik serta Penertiban Pemakaian Listrik.

Ada dua cara yang umum digunakan untuk mencegah pemakaian arus listrik ilegal yaitu dengan metode deteksi fisik (*physical detection*) dan metode pemakaian listrik konsumen (*customer consumption metode*). Pada Deteksi fisik metode yang dilakukan dengan mencari jejak pencurian dalam perangkat pada alat ukur (meteran) listrik seperti pemeriksaan segel, kabel tambahan (*jumper*) yang pemasangannya tidak sesuai dengan standarisasi. kemudian pada metode pemakaian listrik konsumen dalam kasus ini metode kurang efektif digunakan, disebabkan penggunaan teknik perbandingan dengan melihat konsumsi energi yang terekam tidak sebanding dengan perangkat konsumen yang digunakan di rumah.

Transformator arus atau CT dirancang untuk melihat sistem kehandalan pencegahan pemakaian arus ilegal. Untuk mensimulasikan uji coba pengujian pemakaian transformator diperlukan ketepatan dan pemilihan komponen dan alat ukur yang mempunyai ketelitian dan akurasi yang tinggi. Integrasi alat percobaan dilakukan di Laboratorium Pengukuran Listrik Program Studi Teknik Elektro UMA.

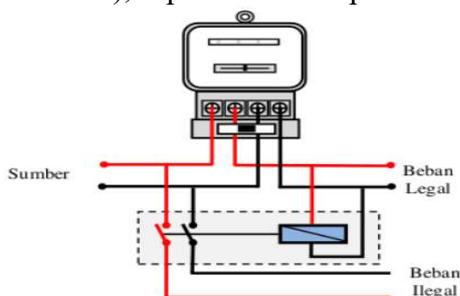
II. LANDASAN TEORI

Kehilangan daya listrik dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

1. Susut Teknis, yaitu susut yang disebabkan oleh hal hal yang bersifat teknis, seperti jarak pelanggan atau panjang kabel, luas penampang kabel dan besar daya pada konsumen.

2. Susut Non Teknis. Susut ini disebabkan oleh pemakaian arus listrik secara ilegal. P2TL mempunyai tugas untuk mengurangi susut non teknis.

Pemeriksaan yang dilakukan P2TL antara lain pemeriksaan kabel SR (Sambungan Rumah) yang merupakan kabel tegangan rendah utama yang menghubungkan jaringan distribusi dari tiang listrik ke konsumen. Sesuai dengan standar pemasangan, kabel SR haruslah terlihat di luar rumah. Bila pemasangan kabel SR sesuai dengan standar, maka proses pemeriksaan dilanjutkan ke parameter lainnya. Bila terdapat bagian kabel yang tidak terlihat, seperti terpasang di plafon, bawah atap rumah ataupun dinding rumah, maka perlu pemeriksaan lebih lanjut, karena dikhawatirkan pada bagian kabel SR yang tersembunyi terdapat sambungan (*jumper*) dengan kabel yang lain yang langsung terhubung ke beban langsung tanpa melalui alat ukur KWH meter dan pembatas arus MCB (*Miniature Circuit Breaker*). Akibatnya pemakaian enersi listrik ini tidak terdeteksi/tidak terukur oleh kWh Meter. Inilah yang disebut pemakaian arus ilegal (pencurian arus), seperti simulasi pada Gambar 1.



Gambar 1. Instalasi Pencurian Arus dengan Menggunakan Kontaktor

Arus beban legal melewati alat ukur kWh Meter, sedangkan arus beban ilegal tidak melewati kWh-meter, sehingga arus ini tidak terukur di kWh Meter.

A. Miniature Circuit Breaker

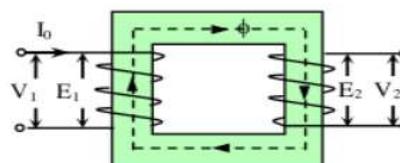
Miniature Circuit Breaker berfungsi sebagai alat pembatas arus. Penggunaan MCB sebagai penentuan arus maksimum yang dapat digunakan

oleh konsumen. Pembatas arus berfungsi sebagai salah satu *interface* antara PLN dan konsumen. Rating MCB yang digunakan tergantung pada kategori pelanggan (golongan tarif). Bila pelanggan memakai arus yang melebihi batas yang telah ditetapkan (sesuai dengan golongan tarif), maka pembatas arus akan bekerja memutuskan arus (*OFF*) dan harus direset kembali untuk menyambung kembali (*ON*). MCB bekerja secara thermal dengan menggunakan elemen bimetal. Dari sudut pandang konsumen kejadian ini berarti berkurangnya keandalan suplai listrik. Pembatasan pemakaian arus ini mendorong konsumen untuk melakukan pencurian arus listrik. Selain sebagai pembatas arus MCB juga berfungsi sebagai alat yang proteksi pada saat terjadi hubung singkat (arus pendek). Pemakaian arus ilegal dapat memicu timbul kebakaran akibat pemanasan pada kabel. Panas yang timbul diakibatkan arus yang mengalir pada kabel melebihi kapasitas arusnya.

Dalam penelitian ini akan dirancang penggunaan transformator arus sebagai alat bantu untuk mencegah pemakaian arus listrik ilegal.

B. Prinsip Kerja Transformator

Transformator mempunyai dua lilitan primer dan sekunder, dimana antara kedua belitan terisolasi satu dengan yang lain. Prinsip kerja transformator berdasarkan induksi medan magnetik tanpa merubah frekuensinya. Bila belitan primer (N_1) transformator dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 yang berbentuk sinusoidal akan mengalir arus pada belitan primer yang dinamakan arus eksitasi I_0 yang juga sinusoidal. Arus primer I_0 ini akan menghasilkan fluksi (ϕ) yang juga berbentuk sinusoidal, $\phi = \phi_{maks} \sin \omega t$, terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Prinsip Kerja Transformator

Bila transformator dianggap ideal, maka:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

(1)

dimana,

V_1 : Tegangan primer

V_2 : Tegangan sekunder

N_1 : Jumlah lilitan primer

N_2 : Jumlah lilitan sekunder

a : Faktor transformasi

Bila $a > 1$, maka transformator disebut transformator *step down* sedangkan bila $a < 1$, dinamakan transformator *step up*. Pada transformator ideal daya masuk (VA) pada sisi primer = daya keluar (VA) pada sisi sekunder:

$$S_1 = S_2$$

Sehingga:

$$V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2$$

dimana,

S_1 = Daya pada sisi primer

S_2 = Daya pada sisi sekunder

I_1 = Arus pada sisi primer

I_2 = Arus pada sisi sekunder

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

atau:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{a}$$

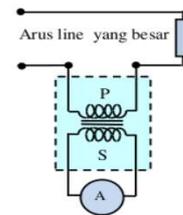
Rumus terakhir ini merupakan prinsip dari transformator arus.

C. Transformator Arus

Transformator arus pada umumnya digunakan untuk memperkecil arus pada sisi sekunder yang dihubungkan dengan alat ukur ataupun alat proteksi. Sisi primer dihubungkan secara seri ke beban dengan kapasitas daya yang besar. Transformator arus ini terisolasi dari sirkuit utama. Karena transformator arus ini digunakan berkaitan dengan pengukuran arus, maka karakteristik transformator arus haruslah:

1. Mempunyai jumlah belitan primer dan sekunder yang lebih sedikit dibandingkan dengan transformator tegangan.
2. Mempunyai impedansi yang kecil, untuk menghindari kerugian tegangan pada belitan.
3. Mampu melayani arus yang besar pada sisi primernya.

Pemasangan transformator arus dengan alat ukur amperemeter dapat dilihat pada Gambar 3. Arus yang melalui belitan primer tergantung pada arus beban bukan pada arus pada sisi sekunder dari transformator arus, tidak seperti pada transformator tegangan. Bila sirkuit sekunder dibuka sedangkan pada primer tetap mengalir arus, maka pada sekunder timbul tegangan yang sangat tinggi.



Gambar 3. Pemasangan Transformator Arus dan Amperemeter

D. KWh Meter

Bila suatu beban dialiri arus maka timbul daya. Lamanya beban dialiri arus menyebabkan pemakaian enersi listrik (E) yang dinyatakan dengan rumus:

$$E = P \times t \tag{2}$$

dimana,

E : Energi (Watt-hour)

P : Daya (Watt)

t : Waktu (jam)

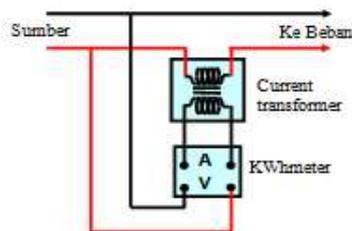
Satuan yang lebih besar adalah KiloWatt-hour (KWh). 1 KWh = 1000Wh. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur pemakaian enersi listrik adalah KWh Meter.

III. METODE PENELITIAN

Transformator arus pada umumnya digunakan untuk memperkecil arus pada sisi

sekunder yang dihubungkan dengan alat ukur ataupun alat proteksi. Sisi primer dihubungkan secara seri ke beban dengan kapasitas daya yang besar. Transformator arus ini terisolasi dari sirkuit utama, karena transformator arus ini digunakan berkaitan dengan pengukuran arus, maka karakteristik transformator arus haruslah mempunyai jumlah belitan primer dan sekunder yang lebih sedikit dibandingkan dengan transformator tegangan. Selanjutnya mempunyai impedansi yang kecil, untuk menghindari kerugian tegangan pada belitan dan mampu melayani arus yang besar pada sisi primernya. Simulasi pengujian dan pengambilan data pencegahan pemakaian arus ilegal menggunakan transformator arus di Laboratorium Pengukuran Listrik Program Studi Teknik Elektro UMA.

Pemasangan transformator arus pada Wattmeter ataupun kWh meter dapat dilihat seperti Gambar 4.

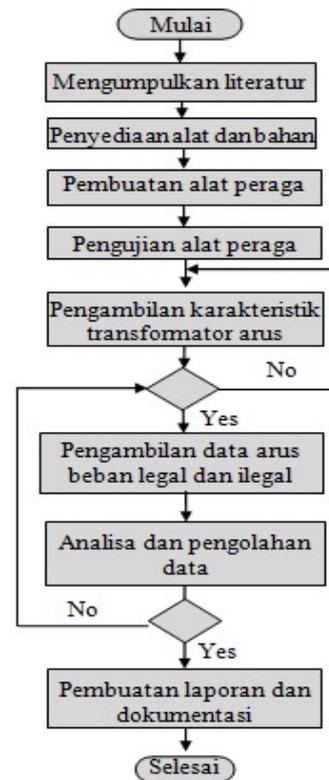


Gambar 4. Pemasangan Trafo Arus Pada kWh Meter

Lilitan primer transformator arus diserikan dengan beban sedangkan lilitan sekunder diserikan dengan alat ukur/alat proteksi.

A. Diagram Alir Penelitian

Untuk memulai penelitian dan mendapatkan hasil yang baik perlu dibuat rencana kerja dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 6.



Gambar 5. Diagram Alir Pengujian

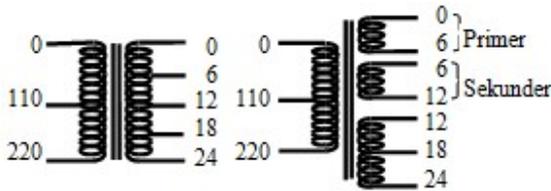
B. Perancangan Transformator Arus

Syarat transformator arus yang akan digunakan seperti ,mempunyai perbandingan arus 1:1, sehingga arus sisi primer dan sekunder sama besar dan daya yang terbaca pada Wattmeter ataupun energi listrik yang terbaca pada kWh Meter tidak perlu dikoreksi lagi dengan faktor transformasi transformator arus yang digunakan. Mempunyai jumlah belitan primer dan sekunder yang sedikit sehingga rugi-rugi tegangan dan daya dapat diabaikan dan mempunyai kapasitas arus yang cukup besar.

Transformator arus yang digunakan pada simulasi ini dirancang dari transformator dengan sadapan tegangan (*tapping*). Data transformator yang dirancang sebagai berikut:

1. Tegangan sisi primer : 110/220 Volt
2. Tegangan (*tapping*) sisi sekunder: 0, 6, 12, 18 dan 24 Volt
3. Arus sisi sekunder 5 A.

Untuk mendesain diagram transformator yang dimodifikasi menjadi transformator arus dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Mengubah Transformator Biasa Menjadi Transformator Arus

Pertimbangan pemilihan belitan sisi tegangan rendah menjadi belitan primer dan sekunder transformator arus dengan ratio perbandingan 1:1 adalah:

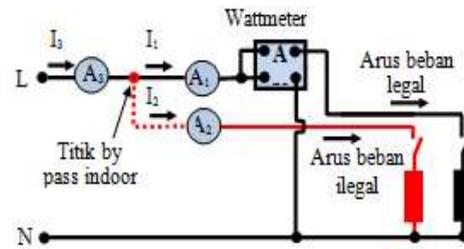
1. Arus sisi sekunder lebih besar dibandingkan kapasitas arus primer transformator 220/24V.
2. Diameter kawat lilitan sekunder lebih besar dibandingkan dengan diameter lilitan primer, sehingga resistansi lilitan sekunder lebih kecil dari resistansi lilitan primer.
3. Rugi-rugi daya (I^2R) dan rugi tegangan ($I.R$) lebih kecil.

C. Prosedure Pengujian

Pengujian dan pengambilan data dilakukan pada panel yang dirancang. Data yang diambil dari pengujian ini adalah:

- a. Karakteristik linieritas transformator arus yang dirancang.
- b. Data pemakaian arus beban legal, arus beban ilegal dan arus sumber sebelum dan sesudah pemasangan transformator arus.

Sirkuit pengukuran arus pada pemakaian arus ilegal tanpa transformator arus dapat dilihat seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Sirkuit Pengambilan Data Arus Dan Daya Tanpa Transformator

Amperemeter A_1 mengukur arus beban legal (I_1), amperemeter A_2 mengukur arus beban ilegal (I_2) sedangkan amperemeter A_3 mengukur arus sumber (I_3). Arus beban I_1 terukur (terdeteksi) pada Wattmeter/KWH meter, sedangkan arus I_2 tidak terdeteksi oleh Wattmeter/KWh Meter Sesuai dengan hukum Kirchoff:

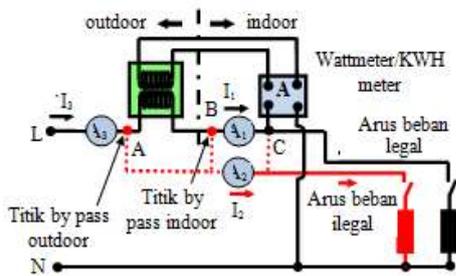
$$I_3 = I_1 + I_2$$

Tanpa pemakaian arus ilegal, $I_2 = 0$

$$I_3 = I_1$$

Bila terjadi pemakaian arus ilegal (pencurian arus listrik), $I_2 \neq 0$, akibatnya $I_3 > I_1$ Sirkuit pengukuran arus pada pemakaian arus ilegal dengan transformator arus dapat dilihat seperti pada Gambar 8.

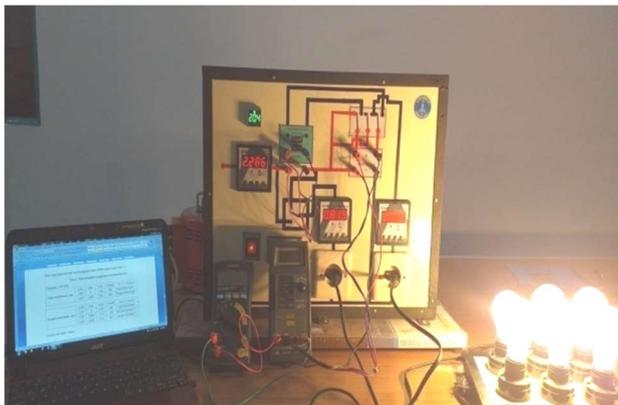
Transformator yang digunakan mempunyai ratio 1:1, sehingga arus pada sisi primer sama dengan arus pada sisi sekunder transformator arus atau I_3 sama dengan dengan arus yang masuk ke Wattmeter/KWh Meter. Bila penyadapan arus dilakukan pada titik setelah sisi primer transformator arus (titik B dan titik C), maka $I_3 = I_1 + I_2$. Atau dengan kata lain arus beban ilegal terdeteksi oleh Wattmeter/KWh Meter. Arus beban ilegal tidak terdeteksi, bila penyadapan dilakukan sebelum sisi primer transformator arus (titik A), $I_3 = I_2 + I_3$ tetap.



Gambar 8. Sirkuit Pengambilan Data Arus dan Daya dengan Transformator Arus

D. Pengujian Penggunaan Transformator Arus

Untuk memudahkan pengambilan data dan menguji apakah transformator arus dapat mencegah pemakaian arus ilegal, dibuat panel simulasi pengujian, seperti Gambar 9.



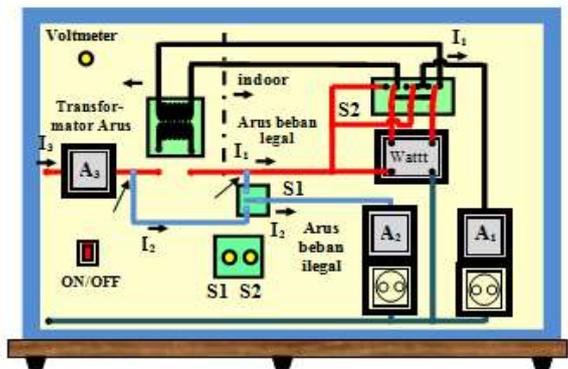
Gambar 9. Panel Pengujian Transformator Arus

Alat ukur, terminal beban dan saklar ditempatkan pada bagian depan, sedangkan transformator arus dan *wiring* berada di belakang panel. Amperemeter A₁ menunjukkan pemakaian arus legal (I₁), Amperemeter A₂ menunjukkan pemakaian arus ilegal (I₂) dan Amperemeter A₃ menunjukkan pemakaian arus legal dan ilegal atau arus dari sumber (I₃). Wattmeter menunjukkan pemakaian daya pada beban legal dan ilegal. Saklar S1 digunakan untuk pengaturan “*by pass*” arus sesudah dan sebelum transformator arus (*indoor* dan *outdoor*) sedangkan S2 digunakan untuk menghubungkan belitan arus Wattmeter pada saat tanpa penggunaan transformator arus dan dengan transformator arus pada beban legal dan ilegal.

E. Alat dan Bahan dalam Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam proses pengujian ini adalah:

1. Transformator 220/ CT 18 Volt CT/5 Ampere
2. Wattmeter Lutron DT6060
3. Multitester Sanwa CD 771
4. Amperemeter Digital Powel
5. Bola lampu 100 W/220 Volt sebagai beban



Gambar 10. Panel Pengujian

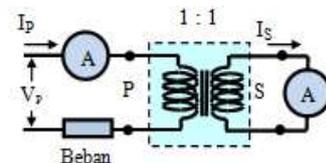
F. Pengambilan dan Pengolahan Data

Ada dua macam pengujian yang dilakukan pada panel yang dirancang agar hasil yang diperoleh dari pengujian ini sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dengan Pengujian linieritas transformator yang dirancang dan pengujian penggunaan transformator arus sebagai alat pencegahan pemakaian arus ilegal.

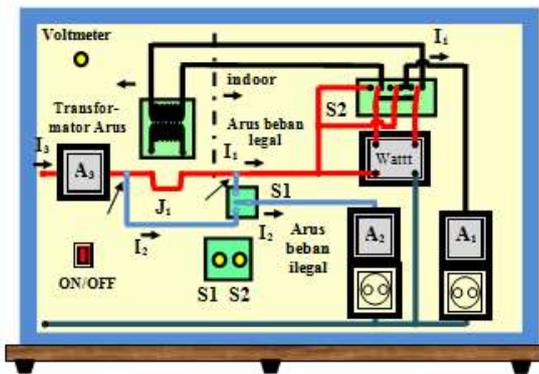
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Linieritas Transformator

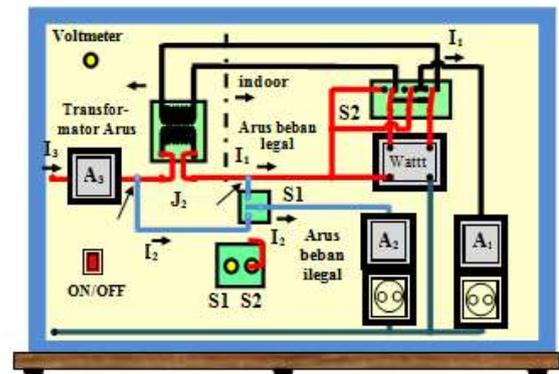
Sirkuit pengujian linieritas transformator arus dapat dilihat seperti pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11. Sirkuit Pengujian Linieritas Trafo Arus



Gambar 12. Sirkuit Pengujian Tanpa CT



Gambar 13. Sirkuit Pengujian Dengan CT

B. Hasil Pengujian Penggunaan Transformator Arus

Metode yang digunakan adalah mencatat hasil pengukuran arus sumber (I_3), arus beban legal (I_1) dan arus beban ilegal (I_2) dan pembacaan daya pada Wattmeter pada saat beban legal dan beban ilegal sebelum dan sesudah pemakaian transformator arus.

Pengujian penggunaan transformator sebagai pencegah pemakaian arus ilegal dilakukan pada panel simulasi seperti pada (Gambar 12 dan Gambar 13). Proses pengujian dilakukan dengan membuat simulasi beban legal dan beban ilegal. J_1 dihubungkan pada saat pengujian tanpa transformator arus dan J_2 terbuka, sedangkan J_2 dipasang pada saat pengujian dengan menggunakan transformator arus dan J_1 terbuka.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Linieritas Trafo Arus

$V_p = 210$ Volt (konstan)

Arus	B e b a n					
	1 LP	2 LP	3 LP	4 LP	5 LP	6 LP
I_p (Amp)	0,413	0,827	1,229	1,636	2,022	2,478
I_s (Amp)	0,413	0,827	1,228	1,635	2,020	2,477
$a=I_p/I_s$	1,000	1,000	1,001	1,001	1,001	1,001

Catatan: LP adalah lampu pijar 100 Watt/220 Volt

Kesimpulan: Dari data hasil pengujian linieritas, transformator arus yang dirancang mempunyai faktor transformasi 1:1

Data yang diambil dari pengujian ini adalah arus sumber (I_3), arus beban legal (I_1) dan arus beban ilegal (I_2) dan pembacaan daya (Watt) pada beban legal dan beban ilegal sebelum dan sesudah pemakaian transformator arus. Data hasil pengukuran sebelum dan sesudah pemakaian transformator arus dibandingkan dan kemudian dilakukan analisa dan pengambilan kesimpulan. Data yang diperoleh dari hasil pengujian dapat dilihat seperti pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil Pengujian Penggunaan Transformator Arus

Tegangan: 210 Volt

Tanpa Transformator Arus				
Beban	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	P (Watt)
Legal	1,503	0	1,503	306
Ilegal	1,503	0,601	2,091	306
Dengan Transformator Arus				
Beban	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	P (Watt)
Legal	1,453	0	1,453	306
Penyadapan setelah CT	1,453	0,601	2,132	426
Penyadapan sebelum CT	1,453	0,601	2,132	306

C. Analisa Data

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 yaitu Tanpa transformator arus dan dengan transformator arus diperoleh :

1. Tanpa penggunaan transformator arus (CT), arus beban ilegal (I_2) tidak terdeteksi (tidak masuk ke Wattmeter/KWh Meter). Hal ini terlihat dari daya yang terukur tetap pada

- Wattmeter, sedangkan arus masuk (I_3) bertambah dimana I_3 adalah jumlah I_1 dan I_2 . Arus beban legal (I_1) tetap
2. Dengan penggunaan transformator arus, bila terjadi penyadapan (*by pass*) sesudah transformator arus, maka arus beban ilegal (I_2) terdeteksi dimana arus sumber (I_3) bertambah dan daya terukur pada Wattmeter akan bertambah yaitu daya beban legal dan daya beban ilegal.
 3. Dengan penggunaan transformator arus, bila terjadi penyadapan (*by pass*) sebelum transformator arus, maka arus beban ilegal (I_2) tidak terdeteksi, daya terukur pada Wattmeter sama dengan daya beban legal. Oleh karena itu penempatan transformator arus harus mudah dilihat. Dengan demikian bila terjadi pemakaian arus ilegal akan lebih mudah terantau.

V. KESIMPULAN

Penggunaan metode *Physical Detection* didukung dengan peralatan *Current Transformer* dapat mendeteksi pencurian arus ilegal. Hasil pengujian sebelum diberikan alat CT daya yang dihasilkan memiliki nilai yang sama kemudian setelah diberikan alat CT terjadi penambahan daya yang sebelumnya tidak terdeteksi oleh pembacaan alat ukur manual. Selain itu, *Current Transformer* dapat digunakan sebagai alat pencegah pemakaian arus ilegal, tanpa melakukan pengukuran arus secara langsung sebelum dan sesudah kWh Meter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Putra, Z. Bahri dan M.F. Siregar, 2018. "Penggunaan Transformator Arus Untuk Pencegahan Pemakaian Arus Ilegal," *J. Electr. Syst. Control Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5.
- [2] U. Khair, A. J. Lubis, I. Agustha, D. Dharmawati, and M. Zulfin, 2017. "Modeling and Simulation of Electrical Prevention System Using Arduino Uno, Gsm Modem, and ACS712 Current Sensor," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 930, no. 1.
- [3] M. Arihutomo, M. Rivai, and Suwito, 2012. "Sistem Monitoring Arus Listrik Jala-Jala Menggunakan Power Line Carrier," *J. Tek. Its*, vol. 1, no. 1, pp. 150–153.
- [4] S. A. Salinas and P. Li, "Privacy-Preserving Energy Theft Detection in Microgrids: A State Estimation Approach, 2016" *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 31, no. 2, pp. 883–894.
- [5] R. M. Mutupe, S. O. Osuri, M. J. Lencwe, and S. P. Daniel Chowdhury, 2017. "Electricity theft detection system with RF communication between distribution and customer usage," in *Proceedings - 2017 IEEE PES-IAS PowerAfrica Conference: Harnessing Energy, Information and Communications Technology (ICT) for Affordable Electrification of Africa, PowerAfrica*.