

ANALISIS PENGARUH ERROR KWH METER DAN TRANSFORMATOR ARUS PADA SISTEM PENGUKURAN ENERGI 3 PHASA DI PT PLN (PERSERO) ULP SINGKAWANG KOTA

Rizky Herdiansyah¹, Rudy Gianto², Fitriah³

d1021201054@student.untan.ac.id¹, rudy.gianto@ee.untan.ac.id², fitriah@ee.untan.ac.id³

Universitas Tanjungpura

ABSTRAK

Meter listrik dan transformator arus merupakan komponen utama dalam pengukuran pemakaian tenaga listrik pada pelanggan. ketidakakuratan atau kerusakan pada meter listrik dan transformator arus dapat menghasilkan kesalahan pengukuran yang signifikan, yang pada gilirannya dapat berdampak pada penagihan yang tidak akurat, perencanaan jaringan yang tidak efisien, dan pelaporan yang salah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis error kWh dan transformator arus. Penelitian ini dilakukan pada 151 pelanggan di ruang lingkup kerja PLN ULP Singkawang kota. Hasil dari penelitian ini didapat beragam error pada kWh meter dan transformator arus dengan error yang beragam. Error kWh meter dan transformator arus dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu beban fluktuatif, beban yang kecil, kesalahan pengawatan serta faktor-faktor lainnya seperti kWh meter tua, suhu dan lain-lain. Secara keseluruhan, perbandingan antara error yang diperoleh dari EMSYST dan hasil perhitungan manual menunjukkan konsistensi tinggi, dengan selisih absolut umumnya di bawah 0,3 %. Hal ini menegaskan bahwa rumus perhitungan berbasis daya, konstanta meter, dan jumlah kedipan mampu mereplikasi hasil pengukuran digital EMSYST dengan akurasi memadai. Karena baik kWh meter maupun transformator arus, pada mayoritas unit, masih mencatat error dalam batas toleransi kelasnya, metode ganda ini terbukti efektif untuk validasi internal sebelum tindakan kalibrasi atau penggantian alat dilakukan. Untuk menanggulangi hal tersebut PLN UP3 Singkawang melakukan pengecekan secara berkala yaitu selama 6 bulan sekali, dan apabila terdapat error yang disebabkan oleh kerusakan komponen-komponen listriknya maka pihak PLN akan melakukan penggantian pada kerusakan tersebut.

Kata Kunci: Error, Kwh Meter, Transformator Arus, Akurasi, Faktor Penyebab Error.

PENDAHULUAN

PT PLN (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak pada bidang jasa penyedia listrik untuk masyarakat dan telah berkontribusi menangani permasalahan kepentingan listrik di Indonesia yang selalu meningkatkan pelayanan dengan menawarkan berbagai program untuk kemudahan masyarakat. Pada PT. PLN terdapat berbagai macam bidang untuk menunjang pekerjaan di perusahaan. Salah satunya adalah bidang Transaksi Energi (TE) sub bidang pemeliharaan meter yang bertugas memelihara kWh Meter dan Transformator arus atau Current Transformers (CT) pelanggan agar proses transaksi atau pengukuran energi dapat berjalan dengan baik [1].

Meter listrik dan Transformator arus merupakan komponen utama dalam pengukuran pemakaian tenaga listrik pada pelanggan. ketidakakuratan atau kerusakan pada meter listrik dan Transformator arus dapat menghasilkan kesalahan pengukuran yang signifikan, yang pada gilirannya dapat berdampak pada penagihan yang tidak akurat, perencanaan jaringan yang tidak efisien, dan pelaporan yang salah [2].

Pada sistem pengukuran energi listrik, akurasi kWh meter dan Transformator arus sangat krusial untuk memastikan tagihan pelanggan dan perhitungan beban kelistrikan yang tepat. Namun dalam praktiknya sering ditemukan error pengukuran yang disebabkan oleh berbagai faktor teknis dan lingkungan. Salah satu penyebab utama error pada kWh

meter adalah ketidaksesuaian karakteristik beban aktual dengan spesifikasi meter dan Transformator arus. Beban listrik yang fluktuatif dan beban yang kecil dapat menyebabkan error pada meter dan Transformator arus selain itu kesalahan pengawatan juga dapat mempengaruhi error pada kWh meter. Usia kWh meter dan Transformator arus juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi error kWh meter, seiring waktu, komponen mekanik dan elektronik di dalam meter dan Transformator arus akan mengalami penurunan kinerja sehingga membuat pengukuran menjadi.

Kesalahan pengukuran (error) sangat berpengaruh pada kinerja PLN terutama pada pendapatan penjualan tenaga listrik [3]. Error Transformator arus dapat berdampak pada pelanggan maupun PT. PLN (Persero). Apabila nilai error Transformator arus negatif, maka jumlah penggunaan tenaga listrik pelanggan terukur kurang dari yang sesungguhnya. Hal ini menyebabkan pendapatan PT PLN (Persero) tidak sesuai dengan penggunaan energi listrik pelanggan yang sesungguhnya sehingga merugikan PLN. Apabila nilai error Transformator arus positif, maka jumlah penggunaan tenaga listrik pelanggan terukur lebih dari yang sesungguhnya. Hal ini menyebabkan pelanggan membayar tagihan listrik melebihi penggunaan yang sesungguhnya [4].

PT PLN (Persero) unit pelaksana pelayanan pelanggan (UP3) Singkawang merupakan perusahaan yang membantu menyediakan dan menangani berbagai masalah di daerah sekitar yang menjadi ruang lingkup kerjanya yang mana meliputi

3 buah kabupaten/kota yaitu Kota Singkawang, Kabupaten Bengkayang dan Kabupaten Sambas.

Di ruang lingkup PT PLN UP3 Singkawang sendiri terdapat 330 pelanggan dengan sistem pengukuran tak langsung. Dari jumlah tersebut tersebar pada 6 Unit Layanan Pelanggan (ULP) yaitu ULP Singkawang Kota terdapat 172 pelanggan dengan total 21 pelanggan TM dan 151 pelanggan TR, ULP Sambas terdapat 42 pelanggan dengan total 9 pelanggan TM dan 33 pelanggan TR, ULP pemangkat terdapat 43 pelanggan dengan total 3 pelanggan TM dan 40 pelanggan TR, ULP Bengkayang terdapat 18 pelanggan TR, ULP Sekura 12 pelanggan dengan total 4 pelanggan TM dan 8 pelanggan TR, dan ULP Sungai Duri 43 pelanggan dengan total 2 pelanggan TM dan 41 pelanggan TR. Penelitian ini terfokus pada pelanggan pada ruang lingkup PLN ULP Singkawang Kota Dimana terdapat 151 pelanggan dengan sistem pengukuran tak langsung. Disamping itu terdapat pelanggan yang memiliki beberapa masalah yang terkait dengan meter dan Transformator arus yang mana dari hal tersebut akan memiliki dampak yang signifikan terhadap penjualan energi oleh pihak PLN sebagai penyedia listrik. Dan tentu saja hal ini juga berdampak pada pengukuran yang salah sehingga penggunaan energi menjadi tidak efisien. Jadi sebagai pihak penyedia listrik itu sendiri PLN UP3 singkawang berusaha seoptimal mungkin melakukan pemeliharaan dengan cara melakukan pengecekan secara preventif atau berkala yang dilakukan selama 6 bulan sekali agar tidak terdapat masalah atau error pada kWh meter dan Transformator arus.

Oleh karena itu, analisis kesalahan meter dan Transformator arus di PT PLN (persero) UP3 Singkawang sangat penting. Melalui analisis kesalahan tersebut, perusahaan dapat mengidentifikasi masalah potensial, mengambil langkah-langkah korektif yang diperlukan, dan memastikan data yang dikumpulkan oleh sistem tetap akurat dan dapat diandalkan. selain itu, analisis kesalahan meter dan Transformator arus juga dapat membantu meningkatkan pemahaman tentang kinerja peralatan ini, sehingga perusahaan dapat merencanakan pemeliharaan yang lebih efektif dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

METODE PENELITIAN

Ada beberapa metode yang digunakan dalam menyusun laporan ini, agar mendapatkan hasil yang optimal antara lain:

1. Studi literatur

Pada metode ini penulis mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa referensi-referensi yang ada baik berupa buku, jurnal, situs-situs internet, dan karya tulis ilmiah yang berhubungan dengan penulisan ini, yang nantinya dapat digunakan dalam pedoman pembuatan laporan penelitian.

2. Observasi Lapangan

Metode ini diperlukan untuk menunjang penelitian tugas akhir ini. Dan untuk data yang digunakan yaitu data sekunder yang bersumber dari bidang Pemeliharaan Meter (Harmet) PT PLN (Persero) UP3 Singkawang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Error kWh Meter

Contoh perhitungan error pada kWh meter untuk pelanggan Gereja Kristen Kalbar Skw dapat diuraikan sebagai berikut:

Dengan menggunakan (2.2), daya pada fasa R, S dan T:

$$P_R = 231,9 \times 0,48 \times 0,85 = 94,61 \text{ W}$$

$$P_S = 232,2 \times 0,23 \times 0,85 = 45,39 \text{ W}$$

$$P_T = 233,9 \times 0 \times 0,85 = 0 \text{ W}$$

Daya total tiga fasa:

$$P_{total} = 94,61 + 45,39 + 0 \text{ W} = 140 \text{ W}$$

Dengan menggunakan (2.3) waktu putaran piringan kWh meter:

$$T_d = \frac{10 \times 1000 \times 3600}{140 \times 10000} = 25,71 \text{ detik}$$

Berdasarkan (2.4) error kWh meter:

$$\% \text{ error} = \frac{25,71 - 24,98}{24,98} \times 100\% = 2,922\%$$

Perhitungan error untuk pelanggan lainnya adalah sama seperti diatas dan hasilnya diperlihatkan pada Tabel 1

Tabel 1 Error Kwh meter pengukuran TR Tak Langsung

No	Nama Pelanggan	Tegangan (V)			Arus (A)			T (Detik)	Error Pengukuran Kwh Meter	Error Perhitungan Kwh Meter
		Vr (V)	Vs (V)	Vt (V)	Ir (A)	Is (A)	It (A)			
1	Gereja Kristen Kalbar Skw	231.9	232.2	233.9	0.48	0.23	0	24.98	2.847	2.922
2	CV Anugrah Mitra Berkah	238.4	236.9	235.9	0.21	0.4	0.21	109.17	-1.846	-2.015
3	Herlina	238	234.7	235.3	0.62	1.72	0.58	12.15	1.486	1.31
4	The Sukimto, St	219.9	222.3	222.3	1.65	1.55	1.66	8.02	-1.88	-2.11
5	Ariyanto	230.9	230.2	228.8	0.9	0.92	0.93	-	1.043	-
6	Tjong Fap Liung (5)	236.3	238.3	236.2	1.344	1.128	1.025	-	0.924	-
7	Hazi Deka	237.7	219.2	227	1.422	1.83	1.505	-	0.905	-
8	PT.Meteor Perkasa	247.4	246.8	245.2	1.405	1.027	1.197	-	0.84	-
9	SBJ Breeding Farm	233.3	233.3	232.6	1.269	1.041	1.08	-	0.699	-
10	Togu Deny Boy	225.9	227	227.1	0.66	0.9	0.72	-	-0.644	-
11	SMP Kasih Yobel	235.8	231.7	234	0.815	1.054	1.265	-	0.64	-
12	Hariyanto	227.7	230	229	1.419	1.507	2.052	-	0.591	-
13	KTR Walikota Skw	220.7	222	221.3	1.92	1.758	1.685	-	0.584	-
14	BTS Telkomsel-Skw003-A	236.6	235.8	234.3	0.61	0.45	0.4	-	-0.572	-

No	Nama Pelanggan	Tegangan (V)			Arus (A)			T (Detik)	Error Pengukuran Kwh Meter	Error Perhitungan Kwh Meter
		Vr (V)	Vs (V)	Vt (V)	Ir (A)	Is (A)	It (A)			
15	Chandra Firmanto	234.3	237	235.3	1.738	1.409	1.822	-	0.572	-
16	Hariyanto	232.8	232.4	230.9	0.34	0.485	0.599	-	0.559	-
17	PT Mitra Nabati Sambas	232.4	230	230.6	3	2.92	2.8	6.26	0.545	0.63
18	PT Passi Tirta Agung	224.1	223.6	222.2	2.047	2.279	1.815	-	0.529	-
19	Warung Dangau	237.7	236.8	235.8	0.54	0.52	0.28	12.26	0.529	0.527
20	PT. Borneo Sun	227.4	225.5	227.7	2.46	2.36	3.09	23.45	0.51	0.597
21	PT. Mitra Abadi Permai	234	233	233	1.216	1.326	0.669	-	0.504	-
Z	Nama Pelanggan	Tegangan (V)			Arus (A)			T (Detik)	Error pengukur an kWh meter	Error perhitung an kWh meter
		Vr (V)	Vs (V)	Vt (V)	Ir (A)	Is (A)	It (A)			
22	PT Rekso Nasional Food	230	229.4	228.5	2.975	2.07	2.046	-	0.496	-
23	Dinas Pendidikan Kota Si	218.9	229.8	226	2.049	2.373	2.184	-	0.486	-
24	Tony	227.5	225.7	224.2	0.538	0.524	0.565	-	0.477	-
25	PT PLN (Persero)	229.7	231.6	232.1	1.009	1.644	0.68	-	0.474	-
26	Hartono	235.8	234.3	233.7	2.329	2.29	2.391	-	0.468	-
27	PT Pakunam TP	229.9	224.2	226.5	3.109	4.174	4.111	-	0.462	-
28	Reka	220.1	221.8	222.3	2.217	2.39	2.569	-	-0.456	-
29	Ir Yunus F Nardi (Spbe)	236.4	238.3	237.2	0.045	0.238	0.024	-	0.453	-
30	Dayang Resort	230	229	229	2.044	1.247	1.523	-	0.451	-
31	Ktr Pelayanan Pajak	233	232	232	2.248	2.744	2.328	-	0.449	-
32	Ktr Pengadilan Neg	224.6	222.1	224.2	2.848	2.924	3.458	-	0.424	-
33	Tanto	208.7	220.6	216.1	2.992	3.219	3.296	-	0.414	-
34	Dr. Bambang Murjono	218.7	223.8	225.1	1.923	2.12	2.44	-	-0.403	-
35	Sma Santo Ignasius	237	235	234.7	2.21	2.435	2.663	-	0.397	-
36	Kantor Badan Keuangan Dae	224.9	226.2	226.3	3.03	4.625	3.011	-	0.396	-
37	Bank Bca Singkawang	229	229.7	231.6	3.212	2.115	2.288	-	0.394	-
38	PT. Pakunam T Perkasa	236.2	236.5	239.9	2.851	2.736	2.652	-	-0.36	-
39	Bank Pemb. Daerah	226.7	234.5	226.5	2.188	2.844	2.358	-	0.346	-
40	Bong Sung Tin	227	228	227	3.301	3.539	3.2	-	0.339	-
41	Rumah Sakit Jiwa	223.1	224.2	222.7	3.769	2.838	3.239	-	0.333	-
42	Phang Pet Khiun	237.1	224.7	235.4	1.366	1.301	1.351	-	0.33	-
43	Pompa Bbm Pltd Sei Wie	222.1	222.1	222.5	0.301	0.424	0.321	-	0.317	-
44	PT Sumber Mitra Pertiwi	232.8	236	234.9	1.164	1.161	1.161	-	-0.307	-
45	Rumkit Tkt Iv / Skw	239.2	237.8	237	0.97	0.96	0.99	-	0.303	-
46	Spam Ikk(Sei Bulan)	230.6	229.9	229.1	2.038	1.84	1.831	-	0.301	-
47	Tjong Pit Fong	235.8	237.6	236.5	1.512	1.285	1.174	-	0.292	-
48	Gbi Singkawang	227.8	232.2	232	0.685	0.786	0.809	-	-0.288	-
49	SMEA Neg Skw	238	236	235	2.771	3.487	1.781	-	-0.288	-
50	CV. Jaya Media	233.4	200	236	1.364	0.974	1.006	-	-0.282	-
51	Hariyanto	236.6	235.2	233.9	1.838	0.777	1.021	-	0.274	-
52	Bunarto	248	251	250	0.264	0.813	0.515	-	-0.268	-
53	PT.Fajar Semesta Indah	225.7	225.5	223.3	0.279	0.563	0.398	-	0.248	-
54	Spam Ikk Gayung Bersambut	231.4	229.8	230.6	1.431	1.346	1.378	-	0.247	-
55	Sudjono	235.3	233.3	232.1	0.05	0.45	0.43	-	0.239	-
56	Evi	252	251	249	0.131	0.256	0.14	-	0.235	-
57	Tonny Chandra Tjung	223.4	222.6	219.7	0.414	0.727	0.07	-	0.235	-
58	Rs Ibu&Anak Harapanb	220	229	227	2.829	2.555	2.935	-	0.227	-
59	Harapan Bersama	233.9	236.2	225.1	2.195	2.779	3.247	-	0.219	-
60	Lim Cin Tiam	231	234	229	3.036	2.285	2.62	-	0.216	-
61	Lai Kim Hiong	236.5	235.2	234.6	1.41	1.88	0.601	-	0.213	-
62	Ida	232.4	232.7	229.5	1.42	1.52	1.54	-	0.212	-
63	Pizza Hut Singkawang	224.5	224.1	233.7	0.914	0.947	0.97	-	-0.212	-
64	Ktr Pemangkuan Hutan	234.2	236.5	235.3	0.637	1.285	0.498	-	-0.21	-
65	Sehat Mardjuni Halim	231.7	230.5	232.5	2.567	2.647	2.793	-	0.206	-
66	Hotel Makasar	242	240.6	236.8	0.1	0.18	0.55	-	-0.201	-
67	Hotel Grand Mandarin	237	237.9	237.8	0.569	0.682	0.587	-	-0.191	-
68	Teddy Budianto	235.6	238.1	236.3	0.16	0.293	0.212	-	0.191	-
69	PT Bintang Utama Distribu	244.1	242.7	242.7	0.449	0.848	0.94	-	0.19	-
70	Abadiansyah	230.2	231.8	230.9	2.281	2.279	2.339	-	0.187	-
71	Bank Exim	240.4	238.7	238.2	1.508	0.801	1.339	-	-0.184	-
72	Dinas Tata Kota Pertanaha	233.2	234.9	230	1.082	0.914	1.832	-	-0.167	-
73	PT. SBJ Breeding Farm	226.8	229.5	229.2	2.582	2.227	2.372	-	0.16	-
74	PT Cendana Putera Lestari	237.2	236.6	235.4	1.441	1.554	1.475	-	-0.15	-
75	Kantor Updp Singkawang	238.3	235.9	235.7	0.753	1.594	1.763	-	0.142	-
76	Tjong Hoi Men	219.7	219	218.6	0.892	1.008	1.183	-	0.138	-
77	Pdam	229.6	229.5	228.9	1.376	1.418	1.428	-	0.133	-

Z	Nama Pelanggan	Tegangan (V)			Arus (A)			T (Detik)	Error pengukur an kWh meter	Error perhitung an kWh meter
		Vr (V)	Vs (V)	Vt (V)	Ir (A)	Is (A)	It (A)			
78	Bni Singkawang	225.9	228.3	226	2.036	1.554	2.009	-	0.119	-
79	Markas Billiard Dan Resto	208.4	215.9	215.3	2.34	2.86	2.21	-	0.119	-
80	Gky Singkawang	235.1	231.4	233.4	0.282	0.122	0.079	-	-0.113	-
81	Phiong Ci Hiung	235	233	232	0.363	0.386	0.619	-	0.111	-
82	Grj Santapan Rohani	236.1	222.2	233.4	0.56	0.15	0.26	-	0.109	-
83	Yayasan Usinka	230.9	229.5	229.2	4.034	5.285	4.956	-	0.107	-
84	Ktr Pu Seksi	235.5	234.6	234.8	1.188	1.306	2.383	-	0.105	-
85	Lab Pcr Kota Skw	228.4	227.2	226.5	0.845	0.633	1.045	-	0.097	-
86	Kantor Bri	237.8	236.7	232.5	1.52	2.056	2.512	-	-0.09	-
87	Ng Saw Djung	331.8	231.1	230	2.686	2.619	2.897	-	0.09	-
88	Bpkad Kota Singkawang	228	228	216	1.508	1.117	0.512	-	0.088	-
89	Lily Andry	223	224	224	3.89	4	3.87	-	0.088	-
90	Suryamin	228.9	231.9	229.5	3.08	2.07	2.27	-	0.088	-
91	Gd.Dprd Pemkot Skw	227	227.1	224.1	0.677	0.892	1.231	-	-0.078	-
92	Sekolah Asoka	230	230.2	226.5	1.39	1.254	1.483	-	0.077	-
93	Kima Yonif 641/Brh	232	230.6	231.8	0	1.995	1.655	-	0.07	-
94	Lie Tshiu Fan	223.9	222.9	227.2	2.086	2.429	2.476	-	-0.07	-
95	Tju Lie Djung	231.9	239.7	238.3	1.046	0.845	1.075	-	0.07	-
96	Hinalius Fausta	234.4	236.4	235.3	1.185	1.143	1.127	-	0.064	-
97	Bong Se Moi	228.4	230.5	231.1	1.362	1.327	1.295	-	-0.063	-
98	PT.Meteor Perkasa	234	233.3	232	3.075	2.766	3.095	-	-0.062	-
99	Drs.Lt.Susanto	233.9	232.9	232.2	2.424	2.87	1.917	-	0.06	-
100	Dinas Dukcapil Skw	222.2	222.9	225.1	1.669	2.004	1.247	-	-0.058	-
101	Pb Desy	223.3	222.5	221.5	1.28	1.26	1.29	-	0.058	-
102	Rsu Harapan Bersama	233.9	236	234.8	0.379	0.123	0.381	-	0.058	-
103	Halimah B	235.4	226.1	224.8	0.71	1.18	0.96	-	0.057	-
104	PT. Asp	235.6	237.9	237.3	1.6	1.21	1.37	-	0.051	-
105	Yy Sungai Yordan	232.5	231.6	232.4	0.526	0.422	0.476	-	0.051	-
106	Kantor Pln	233.1	235.3	235.8	1.869	2.071	2.884	-	-0.043	-
107	SMP Pgri 3 Skw	235.4	233.4	234.3	1.58	1.43	1.45	-	-0.043	-
108	Perum Telkom	236	235.1	233.4	0.707	1.075	0.828	-	0.038	-
109	Taman Pasir Panjang	244.1	243.6	242.6	0.185	0.074	0.16	-	0.037	-
110	Bpjs Kesehatan Kantor Cab	226.3	222.8	225	1.359	1.414	1.182	-	0.027	-
111	Abdal	231	232	223	1.683	2.143	1.806	-	0.026	-
112	STM	233.1	232.8	232.1	3.435	1.935	2.46	-	0.024	-
113	Chang Julianti	229.3	232.9	231	1.693	1.571	1.871	-	0.023	-
114	Akbid Singkawang	212.6	211.1	217.4	1.879	1.962	1.604	-	0.022	-
115	SBJ Pullet. A	220.4	220.7	219	1.751	1.831	2.019	-	0.013	-
116	Tk Abc Harapan Bangsa	234	232	232	1.284	1.152	0.994	-	0.011	-
117	Sd Neg Vi	234.6	230.4	233.1	0.367	0.699	0.398	-	-0.009	-
118	H Abd Latif	224.1	223.5	222.5	1.285	0.824	0.869	-	0.006	-
119	SMEA Pratiwi	228.4	223.6	232.2	2.67	3.04	2.1	23.86	-0.006	-0.125
120	Ktr Badan Pertanahan	230.3	232	230.2	2.79	2.28	1.65	8.21	-0.005	-0.24
121	PT.Poteng Tirta Jaya	227	226	227	1.25	0.97	1.64	14.47	0.005	0.24
122	Jeffrey	238.2	234.8	234.2	1.67	1.191	0.631	-	-0.004	-
123	Mako Polres Singkawang	214.9	225.1	227.7	2.38	2.927	4.287	-	-0.002	-
124	Antonius Kustidiawintoro	238	236	235	0.11	0	0.12	-	0	-
125	Ariyanto	230.1	232.1	231.4	0	0	0	-	0	-
126	Bong Nie Fui	236.9	235.9	236.6	0.7	0	0.21	-	0	-
127	Budi Santoso	239	238	237	0.19	0.05	0.01	-	0	-
128	CV Musfia	230.3	231.9	228.9	0.03	0.11	0.04	-	0	-
129	CV.Jalu Kencana Putra	230.5	230.4	228.1	0.02	0	0	-	0	-
130	Drs.Sanusi H.Koko	235.7	236.3	234.6	0.01	0	0	-	0	-
131	Gereja Roma Katolik	232.8	235.4	234.3	0.01	0.01	0	-	0	-
132	Hariyanto	232.8	231.9	230.3	0	0.1	0.06	-	0	-
133	Hariyanto Lay	236.2	238.3	236.9	0	0.02	0	-	0	-
134	Jung Fa	239.8	238.8	220	0.26	0	0	-	0	-
135	Kolam Renang 641 Raider	231.8	232.5	229.4	0	0	0	-	0	-
136	Kon Nyit Liong	236	238.3	237.3	0	0	0	-	0	-
137	Kop. Bina Usaha Mandiri	224.7	224.7	222.2	0.02	0	0	-	0	-
138	Pdam Intake Seluang	229	231	231	0.03	0	0	-	0	-
139	Pengurus Mesjid Raya	228.5	231.2	229.6	0	0.03	0	-	0	-
140	Phiong Josep	231.6	231	229.9	0.07	0	0.03	-	0	-
141	PT Kapuas Intan Traserna	235.8	235.1	233.7	0	0	0.03	-	0	-
142	PT. SBJ Breeding Farm	241	240	239	0	0	0	-	0	-
143	PT.SBJ Breeding Farm (1)	237.4	237.3	234.6	0.19	0.02	0.03	-	0	-

Z	Nama Pelanggan	Tegangan (V)			Arus (A)			T (Detik)	Error pengukur an kWh meter	Error perhitung an kWh meter
		Vr (V)	Vs (V)	Vt (V)	Ir (A)	Is (A)	It (A)			
144	PT.SBJ Breeding Farm (B)	230.3	232.9	232.7	0.06	0.01	0.03	-	0	-
145	Sat Brimobda	227.3	228.5	229.6	0.01	0	0	-	0	-
146	Satpas Singkawang	228.9	227.8	0	0.1	0.13	0.23	-	0	-
147	SBJ Breeding Farm	222.6	222.6	220.6	0.12	0.14	0.12	-	0	-
148	SMK Tsjafoeddin	231.9	232.4	234.9	0	0.03	0.01	-	0	-
149	Spk	174	174.2	183.7	0.03	0	0	-	0	-
150	Tetiono	229.3	229.8	227	0	0.03	0.02	-	0	-
151	Tpa Wonosari	236.3	237.9	227.3	0	0.01	0.01	-	0	-

Pada Tabel 1 dari 151 jumlah pelanggan TR tak langsung terdapat 92 pelanggan dengan error positif, sebanyak 33 pelanggan dengan nilai error negatif dan 26 pelanggan dengan beban yang sangat kecil sehingga tidak dapat dilakukan pengujian error pada kWh meter. Error kWh meter tercatat positif ketika meter “melebihi” energi sebenarnya misalnya akibat rasio transformator arus yang menghasilkan arus keluaran lebih besar (karena jumlah lilitan tak tepat, fluks magnetik bocor, atau inti belum jenuh), pergeseran sudut fasa yang tak terkompensasi di beban induktif/kapasitif, offset nol yang bergeser positif karena drift termal, atau kecenderungan pembulatan ADC ke atas sedangkan error negatif muncul saat semua ketidaksempurnaan tersebut justru menurunkan sinyal seperti saturasi inti transformator arus yang menahan fluks, drift nol negatif, non-linearitas ADC yang underflow di level rendah, atau polaritas transformator arus /kabel terbalik) sehingga meter “meremehkan” energi sesungguhnya. Dengan begitu, tanda (+/-) error mencerminkan arah bias instrumen terhadap nilai referensi.

2. Perhitungan error Transformator Arus

Contoh perhitungan error pada transformator arus pada pelanggan Abadiansyah dapat diuraikan sebagai berikut;

Dengan menggunakan persamaan (2.5), error transformator arus pada fasa R,S, dan T:

$$\% \varepsilon I_R = \frac{20 \times 2,281 - 45,369}{45,369} \times 100\% = 0,5532$$

$$\% \varepsilon I_S = \frac{20 \times 2,279 - 45,433}{45,433} \times 100\% = 0,3236$$

$$\% \varepsilon I_T = \frac{20 \times 2,339 - 46,535}{46,535} \times 100\% = 0,5265$$

Perhitungan Error pada pelanggan lainnya adalah sama seperti diatas dan hasil lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Error Transformator Arus pengukuran TR Tak Langsung

No	Nama Pelanggan	K n	Arus Primer (A)			Arus Sekunder (A)			Error Pengukuran			Error Perhitungan		
			Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It
1	Abadiansyah	20	45.36 9	45.433	46.53 5	2.28 1	2.27 9	2.33 9	0.56	0.31	0.53	0.553	0.324	0.526
2	Abdal	20	33.53 7	42.664	36.01 3	1.68 3	2.14 3	1.80 6	0.37	0.44	0.32	0.367	0.459	0.297
3	Akbid Singkawang	20	37.39 9	39.118	32.01 9	1.87 9	1.96 2	1.60 4	0.49	0.33	0.19	0.484	0.312	0.191
4	Antonius Kustidiawintoro	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
5	Ariyanto	40	37.1	36.41	37.5	0.9	0.92	0.93	2.78	0.98	-0.76	-2.965	1.071	-0.800
6	Ariyanto	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
7	Bank Bca Singkawang	30	96.36 1	63.307	68.29 4	3.21 2	2.11 5	2.28 8	0.01	0.24	0.52	-0.001	0.226	0.507
8	Bank Exim	50	75.03 4	39.83	66.53 3	1.50 8	0.80 1	1.33 9	0.51	0.55	0.64	0.488	0.552	0.627

No	Nama Pelanggan	K n	Arus Primer (A)			Arus Sekunder (A)			Error Pengukuran			Error Perhitungan		
			Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It
9	Bank Pemb.Daerah	20	43.53 4	56.666	46.96 2	2.18 8	2.84 4	2.35 8	0.51	0.36	0.41	0.519	0.378	0.422
10	Bni Singkawang	40	81.07 2	61.926	80.18	2.03 6	1.55 4	2.00 9	0.43	0.37	0.2	0.454	0.378	0.224
11	Bong Nie Fui	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
12	Bong Se Moi	60	81.58	79.558	77.88 6	1.36 2	1.32 7	1.29 5	0.17	0.06	-0.22	0.172	0.078	-0.239
13	Bong Sung Tin	50	165.6 4	176.17	157.0 1	3.30 1	3.53 9	3.2	-0.36	0.45	2	-0.356	0.443	1.904
14	Bpjs Kesehatan Kantor Cab	20	27.04 7	28.17	23.55 9	1.35 9	1.41 4	1.18 2	0.45	0.37	0.34	0.492	0.390	0.344
15	Bpkad Kota Singkawang	20	30.06	22.247	10.17 8	1.50 8	1.11 7	0.51 2	0.33	0.42	0.61	0.333	0.418	0.609
16	Bts Telkomsel-Skw003-A	20	12.17	9.05	7.87	0.61	0.45	0.4	0.46	-0.62	1.35	0.247	-0.552	1.652
17	Budi Santoso	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
18	Bunarto	60	15.75	48.691	30.84 9	0.26 4	0.81 3	0.51 5	0.65	0.23	0.07	0.571	0.183	0.165
19	Chandra Firmanto	20	35.55 7	28.026	36.21 3	1.73 8	1.40 9	1.82 2	-2.27	0.55	0.65	-2.241	0.549	0.627
20	Chang Julianti	40	67.38	62.575	74.53 7	1.69 3	1.57 1	1.87 1	0.48	0.4	0.42	0.505	0.423	0.407
21	CV Anugrah Mitra Berkah	50	10.50 9	19.89	10.48 6	0.21	0.4	0.21	-0.06	0.49	0.27	-0.086	0.553	0.134
22	CV Musfia	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
23	CV. Jaya Media	20	27.19	19.387	20.07 1	1.36 4	0.97 4	1.00 6	0.35	0.43	0.24	0.331	0.480	0.244
24	CV.Jalu Kencana Putra	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
25	Dayang Resort	60	122.1 7	74.696	91.00 5	2.04 4	1.24 7	1.52 3	0.37	0.15	0.39	0.385	0.166	0.412
26	Dinas Dukcapil Skw	20	33.15 4	39.879	24.76 3	1.66 9	2.00 4	1.24 7	0.69	0.52	0.75	0.682	0.504	0.715
27	Dinas Pendidikan Kota Si	30	60.99 5	70.2	64.67 8	2.04 9	2.37 3	2.18 4	0.78	1.41	1.29	0.779	1.410	1.302
28	Dinas Tata Kota Pertanaha	20	21.50 9	18.166	36.52 8	1.08 2	0.91 4	1.83 2	0.61	0.57	0.31	0.609	0.628	0.307
29	Dr. Bambang Murjono	30	57.40 1	63.188	72.68 7	1.92 3	2.12	2.44	0.48	0.67	0.71	0.503	0.652	0.706
30	Drs.Lt.Susanto	20	48.36	57.234	38.36 6	2.42 4	2.87	1.91 7	0.25	0.3	-0.07	0.248	0.290	-0.068
31	Drs.Sanusi H.Koko	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
32	Evi	60	7.78	15.185	8.81	0.13 1	0.25 6	0.14	1.11	1.27	-4.52	1.028	1.152	-4.654
33	Gbi Singkawang	20	13.61 8	15.586	16.12 4	0.68 5	0.78 6	0.80 9	0.56	0.86	0.4	0.602	0.860	0.347
34	Gd.Dprd Pemkot Skw	30	20.16 3	26.598	36.77 8	0.67 7	0.89 2	1.23 1	0.77	0.58	0.45	0.729	0.609	0.413
35	Gereja Kristen Kalbar Skw	20	9.75	6.38	0	0.48	0.23	0	0.62	39.99	0.71	-1.538	-27.900	0.000
36	Gereja Roma Katolik	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
37	Gky Singkawang	30	8.379	3.434	2.331	0.28 2	0.12 2	0.07 9	0.93	6.33	1.14	0.967	6.581	1.673
38	Grj Santapan Rohani	40	22.19	6.07	10.19	0.56	0.15	0.26	1.32	-1.02	2.38	0.946	-1.153	2.061
39	H Abd Latif	60	76.90 8	49.29	51.72 2	1.28 5	0.82 4	0.86 9	0.24	0.35	0.81	0.250	0.304	0.808
40	Halimah B	30	20.74	35.58	28.57	0.71	1.18	0.96	2.53	0.63	0.78	2.700	-0.506	0.805
41	Harapan Bersama	30	65.40 1	83.08	96.80 1	2.19 5	2.77 9	3.24 7	0.68	0.35	0.64	0.687	0.349	0.629
42	Hariyanto	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
43	Hariyanto	20	6.721	9.612	11.91 4	0.34	0.48 5	0.59 9	1.12	0.9	0.59	1.175	0.916	0.554
44	Hariyanto	20	36.45 3	15.443	20.31 3	1.83 8	0.77 7	1.02 1	0.82	0.64	0.51	0.842	0.628	0.527
45	Hariyanto	60	84.79	90.195	122.7	1.41	1.50	2.05	0.38	0.28	0.31	0.403	0.249	0.301

No	Nama Pelanggan	K n	Arus Primer (A)			Arus Sekunder (A)			Error Pengukuran			Error Perhitungan		
			Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It
			8		5	9	7	2						
46	Hariyanto Lay	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
47	Hartono	60	139.1 1	136.7	143.0 3	2.32 9	2.29	2.39 1	0.47	0.49	0.29	0.453	0.512	0.301
48	Hazi Deka	20	28.26 9	36.465	29.91 7	1.42 2	1.83	1.50 5	0.63	0.35	0.62	0.605	0.370	0.612
49	Herlina	20	12.17	34.05	11.47 6	0.62	1.72	0.58	1.67	0.97	1.19	1.890	1.028	1.081
50	Hinalius Fausta	60	70.60 2	68.066	67.22 1	1.18 5	1.14 3	1.12 7	0.68	0.73	0.61	0.705	0.755	0.594
51	Hotel Grand Mandarin	30	16.99 8	20.363	17.57 2	0.56 9	0.68 2	0.58 7	0.49	0.42	0.2	0.424	0.476	0.216
52	Hotel Makasar	20	6.29	4.4	11.43	0.1	0.18	0.55	- 67.32	- 18.43	-3.52	- 68.203	- 18.182	-3.762
53	Ida	40	56.3	60.4	61.3	1.42	1.52	1.54	0.64	0.73	0.32	0.888	0.662	0.489
54	Ir Yunus F Nardi (Spbe)	20	1.39	4.63	0.506	0.04 5	0.23 8	0.02 4	- 34.83	2.67	-5.16	- 35.252	2.808	-5.138
55	Jeffrey	20	33.29 7	23.71	12.58 8	1.67	1.19 1	0.63 1	0.32	0.44	0.19	0.309	0.464	0.254
56	Jung Fa	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
57	Kantor Badan Keuangan Dae	20	60.22 4	91.935	59.87 4	3.03	4.62 5	3.01 1	0.62	0.61	0.59	0.624	0.615	0.578
58	Kantor Bri	30	45.35 2	61.445	75.00 1	1.52	2.05 6	2.51 2	0.55	0.36	0.47	0.547	0.382	0.479
59	Kantor Pln	20	37.20 6	41.213	57.41 4	1.86 9	2.07 1	2.88 4	0.48	0.49	0.45	0.468	0.502	0.463
60	Kantor Uppd Singkawang	20	14.96	31.685	35.03 6	0.75 3	1.59 4	1.76 3	0.61	0.61	0.64	0.668	0.615	0.639
61	Kima Yonif 641/Brh	20	51.2	44.9	36.62	2.56	2.24	1.67	0	0.47	0.48	0.000	-0.223	-8.793
62	Kolam Renang 641 Raider	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
63	Kon Nyit Liong	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
64	Kop. Bina Usaha Mandiri	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
65	Ktr Badan Pertanahan	20	55.6	45.5	32.56	2.79	2.28	1.65	0.28	0.45	1.65	0.360	0.220	1.351
66	Ktr Pelayanan Pajak	30	67.04 9	81.845	69.45 4	2.24 8	2.74 4	2.32 8	0.6	0.59	0.57	0.583	0.580	0.556
67	Ktr Pemangkuan Hutan	40	25.31 6	51.24	19.85 4	0.63 7	1.28 5	0.49 8	0.68	0.34	0.35	0.648	0.312	0.332
68	Ktr Pengadilan Neg	20	56.62 4	58.209	68.75 9	2.84 8	2.92 4	3.45 8	0.58	0.46	0.58	0.593	0.466	0.583
69	Ktr Pu Seksi	30	35.39 5	38.893	71.22 7	1.18 8	1.30 6	2.38 3	0.65	0.74	0.37	0.692	0.738	0.369
70	Ktr Walikota Skw	60	112.1 6	105.87	101.2 2	1.92	1.75 8	1.68 5	2.68	-0.35	-0.13	2.710	-0.368	-0.119
71	Lab Pcr Kota Skw	20	16.80 2	12.587	20.82 9	0.84 5	0.63 3	1.04 5	0.6	0.6	0.35	0.583	0.580	0.341
72	Lai Kim Hiong	20	28.01 4	37.446	11.95 9	1.41	1.88	0.60 1	0.64	0.41	0.53	0.664	0.411	0.510
73	Lie Tshiu Fan	30	62.45	72.545	73.98 1	2.08 6	2.42 9	2.47 6	0.21	0.46	0.38	0.208	0.448	0.404
74	Lily Andry	60	232.8 7	237	230.0 3	3.89	4	3.87	0.48	1.42	1.13	0.228	1.266	0.943
75	Lim Cin Tiam	20	60.46	45.567	52.13	3.03 6	2.28 5	2.62	0.44	0.29	0.53	0.430	0.292	0.518
76	Mako Polres Singkawang	20	47.35 2	58.226	85.34 2	2.38	2.92 7	4.28 7	0.53	0.55	0.47	0.524	0.539	0.466
77	Markas Billiard Dan Resto	20	45.3	55.9	42.1	2.34	2.86	2.21	3.43	2.18	5.31	3.311	2.326	4.988
78	Ng Saw Djung	40	107.0 4	104.34	115.2 1	2.68 6	2.61 9	2.89 7	0.37	0.36	0.57	0.374	0.403	0.582
79	Pb Desy	20	26.1	25.67	26.13	1.28	1.26	1.29	-1.76	-1.72	-1.14	-1.916	-1.831	-1.263
80	Pdam	50	68.15 8	70.68	71.11	1.37 6	1.41 8	1.42 8	0.96	0.28	0.38	0.942	0.311	0.408

No	Nama Pelanggan	K n	Arus Primer (A)			Arus Sekunder (A)			Error Pengukuran			Error Perhitungan		
			Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It
81	Pdam Intake Seluang	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
82	Pengurus Mesjid Raya	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
83	Perum Telkom	40	28.17 1	42.836	33.04 8	0.70 7	1.07 5	0.82 8	0.36	0.42	0.25	0.387	0.383	0.218
84	Phang Pet Khiun	50	67.85 8	65.175	67.45 3	1.36 6	1.30 1	1.35 1	0.64	-0.17	0.14	0.651	-0.192	0.144
85	Phiong Ci Hiung	40	14.40 6	15.305	22.47 2	0.36 3	0.38 6	0.61 9	0.71	0.75	10.25	0.791	0.882	10.182
86	Phiong Josep	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
87	Pizza Hut Singkawang	30	27.49 9	28.216	28.93 3	0.91 4	0.94 7	0.97	-0.29	0.71	0.53	-0.287	0.688	0.577
88	Pompa Bbm Pltd Sei Wie	40	11.96 9	16.796	12.76 6	0.30 1	0.42 4	0.32 1	0.59	0.86	0.55	0.593	0.976	0.580
89	PT Bintang Utama Distribusi	20	8.96	16.937	18.70 8	0.44 9	0.84 8	0.94	0.31	0.18	0.46	0.223	0.136	0.492
90	PT Cendana Putera Lestari	60	86.07 5	92.906	88.17 4	1.44 1	1.55 4	1.47 5	0.46	0.34	0.35	0.447	0.360	0.370
91	PT Kapuas Intan Traserna	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
92	PT Mitra Nabati Sambas	60	180.4	173.74 9	165.9 8	3	2.92	2.8	-0.29	0.93	1.31	-0.222	0.835	1.217
93	PT Pakunam Tp	30	93.14 2	125.1	123.2 6	3.10 9	4.17 4	4.11 1	0.15	0.09	0.07	0.137	0.096	0.057
94	PT Passi Tirta Agung	60	122.1 8	136.27	108.4 8	2.04 7	2.27 9	1.81 5	0.52	0.33	0.38	0.524	0.345	0.387
95	PT Pln (Persero)	40	40.24	65.759	27.20 5	1.00 9	1.64 4	0.68	0.28	0.02	0	0.298	0.002	-0.018
96	PT Rekso Nasional Food	40	118.2 1	82.894	95.55 4	2.97 5	2.07	2.04 6	0.67	-0.1	-14.37	0.668	-0.113	-14.352
97	PT Sumber Mitra Pertiwi	60	69.48 6	69.571	69.61 9	1.16 4	1.16 1	1.16 1	0.47	0.15	0.06	0.509	0.128	0.059
98	PT. Asp	50	80.3	59.987	68.17 8	1.6	1.21	1.37	-0.52	0.67	0.49	-0.374	0.855	0.472
99	PT. Borneo Sun	60	146.9 6	140.98	185.2	2.46	2.36	3.09	0.41	0.38	0.25	0.435	0.440	0.108
100	PT. Mitra Abadi Permai	30	36.37 6	39.573	19.97 3	1.21 6	1.32 6	0.66 9	0.26	0.53	0.5	0.286	0.523	0.486
101	PT. Pakunam T Perkasa	30	85.19 8	81.783	79.27 5	2.85 1	2.73 6	2.65 2	0.4	0.37	0.35	0.390	0.363	0.360
102	PT. SBJ Breeding Farm	60	155.2 1	133.81	142.5 2	2.58 2	2.22 7	2.37 2	-0.18	-0.15	-0.16	-0.187	-0.142	-0.140
103	PT. SBJ Breeding Farm	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
104	PT.Fajar Semesta Indah	50	13.83 8	27.968	19.81 1	0.27 9	0.56 3	0.39 8	0.74	0.61	0.35	0.809	0.651	0.449
105	PT.Meteor Perkasa	30	92.10 4	82.851	92.68 9	3.07 5	2.76 6	3.09 5	0.16	0.15	0.17	0.159	0.156	0.174
106	PT.Meteor Perkasa	60	84.34 5	61.476	71.69 7	1.40 5	1.02 7	1.19 7	-0.07	0.23	0.17	-0.053	0.234	0.172
107	PT.Poteng Tirta Jaya	40	49.2	39.59	64.8	1.25	0.97	1.64	1.73	-2.14	1.19	1.626	-1.995	1.235
108	PT.SBJ Breeding Farm (I)	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
109	PT.SBJ Breeding Farm (B)	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
110	Reka	20	44.12 8	47.589	51.12 8	2.21 7	2.39	2.56 9	0.48	0.43	0.49	0.480	0.443	0.493
111	Rs Ibu&Anak Harapanb	60	168.8 5	152.62	175.3 8	2.82 9	2.55 5	2.93 5	0.53	0.46	0.4	0.527	0.446	0.411
112	Rsu Harapan Bersama	40	15.03 8	4.629	15.11 5	0.37 9	0.12 3	0.38 1	0.84	6.55	0.8	0.811	6.286	0.827
113	Rumah Sakit Jiwa	60	223.8 7	168.89	192.7 2	3.76 9	2.83 8	3.23 9	1	0.81	0.83	1.014	0.823	0.841
114	Rumkit Tkt Iv / Skw	60	57.7	57.2	59.1	0.97	0.96	0.99	0.79	0.56	0.47	0.867	0.699	0.508
115	Sat Brimobda	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000

No	Nama Pelanggan	K n	Arus Primer (A)			Arus Sekunder (A)			Error Pengukuran			Error Perhitungan		
			Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It
5														
11 6	Satpas Singkawang	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
11 7	SBJ Breeding Farm	50	63.08 3	51.848	53.79 8	1.26 9	1.04 1	1.08	0.6	0.43	0.33	0.582	0.390	0.375
11 8	SBJ Breeding Farm	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
11 9	SBJ Pullet. A	50	87.06 8	91.191	100.5	1.75 1	1.83 1	2.01 9	0.58	0.37	0.42	0.554	0.394	0.448
12 0	Sd Neg Vi	20	7.275	13.884	7.95	0.36 7	0.69 9	0.39 8	1.01	0.75	0.22	0.893	0.691	0.126
12 1	Sehat Mardjuni Halim	60	153.2 7	158.16	167.1 2	2.56 7	2.64 7	2.79 3	0.48	0.4	0.29	0.489	0.417	0.275
12 2	Sekolah Asoka	40	55.62	50.037	59.26 9	1.39	1.25 4	1.48 3	-0.05	0.21	0.07	-0.036	0.246	0.086
12 3	Sma Santo Ignasius	50	110.2 2	121.61	133.2 1	2.21	2.43 5	2.66 3	0.24	0.11	-0.04	0.254	0.115	-0.045
12 4	SMEA Neg Skw	40	110.2 3	138.58	70.80 7	2.77 1	3.48 7	1.78 1	0.54	0.65	0.58	0.553	0.649	0.612
12 5	SMEA Pratiwi	20	51.86	56.6	41.6	2.67	3.04	2.1	2.61	7.8	0.55	2.970	7.420	0.962
12 6	SMK Tsjafoeddin	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
12 7	SMP Kasih Yobel	20	16.14 2	20.986	25.11 9	0.81 5	1.05 4	1.26 5	0.94	0.4	0.7	0.979	0.448	0.721
12 8	SMP Pgri 3 Skw	20	32.08	28.05	28.34	1.58	1.43	1.45	-1.35	1.87	2.17	-1.496	1.961	2.329
12 9	Spam Ikk Gayung Bersambut	30	41.41 6	40.214	41.11	1.43 1	1.34 6	1.37 8	3.64	0.43	0.56	3.656	0.413	0.559
13 0	Spam Ikk(Sei Bulan)	50	101.4 6	91.666	91.24 5	2.03 8	1.84	1.83 1	0.43	0.34	0.33	0.434	0.364	0.334
13 1	Spk	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
13 2	STM	30	102.6 1	57.802	73.44 1	3.43 5	1.93 5	2.46	0.42	0.41	0.5	0.429	0.429	0.489
13 3	Sudjono	30	1.51	13.31	12.7	0.05	0.45	0.43	-0.73	1.27	1.49	-0.662	1.427	1.575
13 4	Suryamin	20	59.2	42.07	44.6	3.08	2.07	2.27	4.32	-1.71	1.68	4.054	-1.593	1.794
13 5	Taman Pasir Panjang	50	9.142	3.006	7.952	0.18 5	0.07 4	0.16	1.02	22.26	0.29	1.181	23.087	0.604
13 6	Tanto	20	59.58 9	64.068	65.69 1	2.99 2	3.21 9	3.29 6	0.42	0.49	0.36	0.421	0.487	0.349
13 7	Teddy Budianto	50	7.957	14.487	10.54 1	0.16	0.29 3	0.21 2	0.66	1.06	0.37	0.540	1.125	0.560
13 8	Tetiono	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
13 9	The Sukimto, St	30	49.32 3	46.267	49.74 2	1.65	1.55	1.66	0.4	0.56	0.21	0.359	0.504	0.117
14 0	Tjong Fap Liung (5)	30	40.06 1	33.675	30.66 3	1.34 4	1.12 8	1.02 5	0.64	0.49	0.31	0.647	0.490	0.284
14 1	Tjong Hoi Men	20	17.80 3	20.062	23.66 9	0.89 2	1.00 8	1.18 3	0.23	0.52	-0.04	0.208	0.488	-0.038
14 2	Tjong Pit Fong	30	45.09 3	38.421	35.32 4	1.51 2	1.28 5	1.17 4	0.56	0.3	0.48	0.592	0.336	-0.294
14 3	Tju Lie Djung	20	20.75 2	16.789	21.37 4	1.04 6	0.84 5	1.07 5	0.78	0.68	0.6	0.810	0.661	0.590
14 4	Tk Abc Harapan Bangsa	30	38.29 6	34.417	29.67 1	1.28 4	1.15 2	0.99 4	0.55	0.39	0.48	0.585	0.415	0.502
14 5	Togu Deny Boy	20	11.49	16.07	11.61	0.66	0.9	0.72				14.883	12.010	24.031
14 6	Tonny Chandra Tjung	20	8.246	14.472	1.421	0.41 4	0.72 7	0.07	0.44	0.48	-1.64	0.412	0.470	-1.478
14 7	Tony	40	21.36 2	20.859	22.56 2	0.53 8	0.52 4	0.56 5	0.66	0.43	0.12	0.740	0.484	0.168
14 8	Tpa Wonosari	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
14	Warung	60	32.28	30.986	16.69	0.54	0.52	0.28	0.65	0.63	0.54	0.344	0.691	0.611

No	Nama Pelanggan	K n	Arus Primer (A)			Arus Sekunder (A)			Error Pengukuran			Error Perhitungan		
			Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It	Ir	Is	It
9	Dangau		9		8									
150	Yayasan Usinka	20	80.29	105.2	98.936	4.034	5.285	4.956	0.5	0.47	0.19	0.486	0.475	0.186
151	Yy Sungai Yordan	30	15.677	12.57	14.245	0.526	0.422	0.476	0.73	0.79	0.29	0.657	0.716	0.246

Pada Tabel 2 dari 151 pelanggan dengan banyaknya transformator arus Adalah 453 buah terdapat pengukuran error pada transformator yang bernilai positif sebanyak 341 dan 31 bernilai negatif sedangkan sisanya terdapat nilai error 0 yang artinya terdapat beban kecil. Nilai error bisa positif ketika arus keluaran transformator arus atau sinyal tegangan yang dibaca meter lebih besar dari nilai referensi misalnya akibat rasio transformasi transformator arus meleset karena jumlah lilitan atau fluks bocor berlebih, kompensasi sudut phasa yang kurang akurat pada beban induktif/kapasitif, drift termal yang menambah offset nol, atau pembulatan asimetris di ADC dan sebaliknya, error menjadi negatif jika kombinasi ketidaksempurnaan inilah justru menurunkan besaran sinyal dibanding nilai sebenarnya, misalnya saat inti transformator arus mendekati saturasi, ADC mengalami underflow di rentang rendah, atau polaritas kabel terhubung terbalik sehingga sinyal keluaran terbalik tanda.

Pembahasan

Pada tabel 1 dan 2 merupakan data error kWh meter dan transformator arus yang didapatkan pada pelanggan TR tak langsung di UP3 Singkawang ruang lingkup kerja ULP Singkawang Kota yang mana didapat error yang bervariasi atau bermacam-macam ada yang melebihi kelas toleransi dan ada yang didalam kelas toleransi. Error pada kWh dan transformator arus bisa disebabkan oleh beberapa faktor. Dimana hal ini tentu mempengaruhi dalam pengukuran error tersebut. Diantara nya yaitu faktor beban. Beban yang fluktuatif dapat menyebabkan error pada transformator arus dan kWh meter itu sendiri karena transformator arus konvensional seperti kelas 0,5 seringkali tidak mampu menjaga akurasi saat menangani beban rendah di bawah 20% kapasitas, di mana medan magnet pada intinya menjadi tidak stabil dan menghasilkan kesalahan rasio arus yang signifikan, perubahan faktor daya yang cepat pada beban fluktuatif membuat sistem pengukuran kesulitan melakukan kompensasi secara akurat, kWh memiliki keterbatasan dalam merespon fluktuasi beban yang cepat karena sifat mekanisnya, sementara kWh pun membutuhkan algoritma khusus untuk menangani variasi beban secara dinamis. Disamping itu beban yang kecil juga dapat menyebabkan error karena kWh meter dan transformator arus memiliki batas sensitivitas minimum. Ketika arus listrik terlalu kecil (di bawah 20% kapasitas pengenal), sinyal yang dihasilkan menjadi terlalu lemah untuk dideteksi secara akurat. Pada transformator arus konvensional, medan magnet yang diinduksi oleh arus kecil seringkali tidak cukup kuat untuk menghasilkan transformasi yang presisi, menyebabkan kesalahan rasio yang signifikan. Faktor lain yang menyebabkan error pada kWh meter dan transformator arus yaitu kesalahan pengawatan dimana pernah ditemukan kesalahan pada pengawatan yang mana hal ini dapat menyebabkan error karena proses pengukuran energi listrik sangat bergantung pada ketepatan hubungan antara komponen-komponen dalam sistem. Jika terjadi kesalahan dalam penyambungan kabel, seperti terbaliknya fasa dan netral atau ketidaksesuaian polaritas, arus dan tegangan yang masuk ke kWh meter tidak akan terukur secara akurat. Selain itu, kesalahan pengawatan juga dapat menyebabkan ketidakseimbangan fasa pada sistem tiga fasa, yang berpotensi memicu overheating atau kerusakan komponen. Akibatnya, kWh meter mungkin mencatat konsumsi energi lebih rendah atau lebih tinggi dari yang sebenarnya, tergantung pada jenis kesalahan yang terjadi.

Beberapa faktor dapat menyebabkan error pada kWh meter dan transformator arus,

baik dari segi teknis maupun lingkungan. Pada kWh meter, kesalahan sering disebabkan oleh kalibrasi yang tidak tepat, penuaan komponen elektronik, gangguan tegangan dari luar seperti lonjakan listrik, serta kesalahan instalasi seperti koneksi yang longgar atau kabel yang salah pasang. Selain itu, gangguan elektromagnetik dari peralatan di sekitarnya juga dapat mempengaruhi akurasi pengukuran. Sementara itu, error pada transformator arus bisa disebabkan oleh pemilihan rasio transformator arus yang tidak sesuai dengan arus beban, saturasi inti magnet akibat arus lebih, pemasangan polaritas yang terbalik, serta kondisi fisik seperti korosi atau retak pada inti dan gulungan. Faktor eksternal seperti suhu ekstrem, kelembaban tinggi, dan medan magnet luar juga dapat memperburuk kinerja transformator arus dan kWh meter. Oleh karena itu, penting untuk memastikan spesifikasi alat sesuai kebutuhan aplikasi serta melakukan instalasi dan perawatan secara tepat dan berkala.

Perbandingan antara error pengukuran langsung oleh EMSYST dan error perhitungan manual menunjukkan kesesuaian yang sangat baik untuk 151 pelanggan, error pengukuran berkisar antara $-1,88\%$ hingga $+2,847\%$, sedangkan error perhitungan manual berada di rentang $-2,11\%$ hingga $+2,922\%$. Selisih antara kedua metode umumnya di bawah $0,3\%$, dengan rata-rata sekitar $0,17\%$, yang menegaskan konsistensi perhitungan berdasarkan daya, konstanta meter, dan jumlah kedipan dengan hasil alat EMSYST. Nilai error positif mengindikasikan over-registration (piringan meter berputar lebih lambat sehingga tercatat energi berlebih), sedangkan nilai negatif mencerminkan under-registration. Karena sebagian besar selisih masih dalam batas toleransi kelas akurasi ($\pm 0,5\%$ untuk meter kelas 0,5 S atau $\pm 1,0\%$ untuk kelas 1 S), kedua metode dapat diandalkan namun unit yang konsisten melewati ambang toleransi sebaiknya dikalibrasi ulang atau diganti untuk menjaga akurasi pengukuran.

Pada pengujian transformator arus, error dinyatakan sebagai persentase deviasi rasio transformasi aktual terhadap rasio pengenal. Contohnya pada pelanggan Abadiansyah ($K_n = 20$), arus primer $45,369\text{ A}$ dan arus sekunder $2,281\text{ A}$ menghasilkan error pengukuran $+0,56\%$ dan error perhitungan $+0,553\%$.

Secara keseluruhan, error transformator arus mencakup rentang $-2,965\%$ hingga $+2,339\%$ untuk pengukuran, dan $-2,965\%$ hingga $+1,904\%$ untuk perhitungan manual, dengan selisih rata-rata di bawah $0,5\%$ pada sebagian besar unit. Hal ini menunjukkan bahwa meski terdapat variasi, sebagian besar transformator arus tetap beroperasi dalam batas toleransi kelasnya, dan metode perhitungan rasio mampu mereplikasi hasil alat dengan akurasi yang memadai.

Perbandingan antara error yang diperoleh dari EMSYST dan hasil perhitungan manual menunjukkan konsistensi tinggi, dengan selisih absolut umumnya di bawah $0,3\%$. Hal ini menegaskan bahwa rumus perhitungan berbasis daya, konstanta meter, dan jumlah kedipan mampu mereplikasi hasil pengukuran digital EMSYST dengan akurasi memadai. Karena baik kWh meter maupun transformator arus, pada mayoritas unit, masih mencatat error dalam batas toleransi kelasnya, metode ganda ini terbukti efektif untuk validasi internal sebelum tindakan kalibrasi atau penggantian alat dilakukan.

Error pada kWh meter dan transformator arus memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sistem pengukuran energi listrik yang mana salah satu nya adalah terjadinya kesalahan pada penjualan energi listrik dan akan berdampak pada konsumen atau pun pada penyedia listrik (PLN Persero).

Tabel 3 Faktor dan Dampak Terjadi Error

Hasil Pengukuran	<i>error</i>
------------------	--------------

Error	Positif	Negatif
Faktor penyebab	1. Pengaturan rasio transformator arus yang salah di meter (mis. meter diset untuk rasio yang lebih besar daripada transformator arus yang terpasang) akan membuat meter mengalikan arus/tegangan sehingga hasilnya berlebih. 2. Koneksi/fasa yang keliru misalnya salah sambung terminal atau kesalahan pada wiring tiga fasa dapat menyebabkan penjumlahan sinyal yang meningkatkan pembacaan 3. Koneksi/fasa yang keliru misalnya salah sambung terminal atau kesalahan pada wiring tiga fasa dapat menyebabkan penjumlahan sinyal yang meningkatkan pembacaan. 4. Karakter nonlinier dan harmonisa dari beban (inverter, elektronika daya) dapat berinteraksi dengan transformator arus atau meter yang tidak mampu menangani harmonisa sehingga menghasilkan pembacaan berlebih. 5. Kerusakan atau drift kalibrasi pada meter (komponen elektronik, ADC, atau penguat yang berubah karakteristik) bisa membuat pengukuran sistematis lebih tinggi	1. Beban sekunder transformator arus terlalu besar atau koneksi longgar. Resistansi tambahan atau sambungan sekunder yang longgar meningkatkan impedansi pada rangkaian sekunder transformator arus, menurunkan tegangan sekunder dan menyebabkan keluaran transformator arus tidak proporsional sehingga meter under register. 2. Setting rasio transformator arus salah. Ketika rasio transformator arus yang terpasang di lapangan tidak sesuai dengan pengaturan rasio pada meter, meter akan mengalikan atau membagi sinyal dengan faktor yang keliru sehingga menghasilkan pembacaan yang lebih kecil dari nilai sebenarnya. Untuk mengetahui rasio transformator arus yang benar dapat dilihat dari arus beban maksimum. jika di jaringan adalah 300 A dan transformator arus yang dipakai punya arus sekunder standar 5 A, maka rasio transformator arus nya adalah $300/5 = 60$, yang biasanya ditulis 300:5. Artinya, saat arus di konduktor primer 300 A, arus yang keluar di sisi sekunder transformator arus hanya 5 A. 3. Perpindahan sudut fasa. transformator arus, atau wiring yang menyebabkan pergeseran fasa antara tegangan dan arus akan memengaruhi perhitungan daya aktif perubahan sudut fasa ini bisa menurunkan nilai daya terukur sehingga tercatat error

Hasil Pengukuran <i>Error</i>	<i>error</i>	
	Positif	Negatif
		negatif.
Dampak	Error positif pada kWh meter berarti meter mencatat energi lebih besar dari yang sebenarnya dan dampaknya langsung terasa secara finansial pada pelanggan; mereka akan membayar tagihan lebih tinggi, dan dapat memicu potensi tuntutan atau banding administratif. data yang salah ini juga dapat merusak kepercayaan publik terhadap penyedia layanan dan menimbulkan biaya reputasi yang jangka panjang.	Error negatif membuat meter mencatat lebih kecil dari penggunaan nyata akibatnya perusahaan listrik kehilangan pendapatan karena sebagian energi yang disuplai tidak tertagih. Dampak teknisnya lebih luas memengaruhi perhitungan kehilangan merusak akurasi model beban yang dipakai untuk perencanaan kapasitas, dan dapat menunda atau mengaburkan deteksi masalah jaringan seperti overload pada trafo atau saluran.

Error pada kWh meter dan transformator arus dapat memberikan dampak signifikan terhadap akurasi pencatatan konsumsi listrik, baik bagi konsumen maupun penyedia layanan listrik. Apabila hasil pengukuran menunjukkan hasil pengukuran yang negatif maka energi yang terukur lebih kecil dari penggunaan energi pelanggan yang sebenarnya karena sebagian energi yang disuplai tidak terukur atau tertagih. Hal ini bisa berkaitan dengan arus yang besar bisa menaikkan rugi-rugi daya yang lebih besar. Rugi-rugi daya ini adalah kehilangan energi listrik yang terjadi ketika listrik mengalir. Selama waktu tertentu kehilangan daya itu menjadi energi yang tak terukur atau energi yang tak tertagih. Sedangkan untuk hasil pengukuran yang menunjukkan hasil positif maka daya/energi yang terukur lebih besar dari penggunaan pelanggan yang sebenarnya. Hal ini dapat berkaitan dari teknis daya yang diukur meter. Jika meter mengukur lebih salah satu komponen misalnya pembacaan arus/tegangan terlalu besar maka nilai pengukuran akan lebih tinggi dari nilai daya yang sebenarnya dipakai pelanggan. Karena tagihan energi dihitung dari energi kumulatif, maka selisih daya berubah menjadi selisih energi kemudian menjadi selisih biaya.

Jika terjadi kesalahan pada kWh meter, seperti kalibrasi yang tidak tepat atau kerusakan pada komponen internal, maka pencatatan energi listrik yang digunakan bisa menjadi lebih besar atau lebih kecil dari yang sebenarnya, yang berujung pada tagihan listrik yang tidak sesuai. Sementara itu, error pada transformator arus seperti rasio transformator arus yang tidak sesuai, pemasangan terbalik, atau gangguan magnetik dapat menyebabkan kesalahan pembacaan arus yang diteruskan ke kWh meter. Hal ini bisa memperparah ketidakakuratan pengukuran energi. Dalam skala besar, akumulasi kesalahan ini dapat merugikan pihak industri atau perusahaan listrik secara finansial dan menimbulkan ketidakpercayaan pelanggan terhadap sistem pengukuran. Oleh karena itu, pemeliharaan, kalibrasi berkala, dan penggunaan perangkat dengan standar yang tepat sangat penting untuk meminimalkan dampak dari error pada alat-alat tersebut.

PLN ULP Singkawang menerapkan serangkaian langkah sistematis untuk menanggulangi error pada kWh meter dan transformator arus di lapangan. Pertama, mereka menjalankan pengecekan preventif berkala setiap enam bulan sekali menggunakan alat uji error portable (EMSYST PEWM3C), yang memungkinkan pengukuran deviasi baik pada sisi primer maupun sekunder tanpa perlu merubah wiring ulang. Dengan begitu, unit kWh meter dan transformator arus yang menunjukkan error di luar batas toleransi dapat segera terdeteksi sebelum menimbulkan kerugian finansial lebih besar.

Ketika penyebab error teridentifikasi berasal dari kesalahan pengawatan (misalnya fasa/netral terbalik atau longgar), PLN langsung mengerahkan tim teknisi khusus (HARMET) ke lokasi pelanggan untuk melakukan inspeksi dan perbaikan wiring. Langkah ini memastikan bahwa sambungan antara kumparan arus dan tegangan kembali tepat, sehingga sistem tiga fasa dapat berfungsi akurat. Pendekatan ini juga mencegah efek samping seperti overheating atau ketidakseimbangan fasa.

Untuk error yang disebabkan oleh usianya alat atau kerusakan komponen internal, PLN melakukan penggantian unit kWh meter atau transformator arus yang bermasalah. Proses ini meliputi pembongkaran meter lama dan pemasangan meter baru yang telah terkalibrasi, sehingga akurasi pengukuran dapat dipulihkan dengan cepat. Selain itu, PLN menekankan pentingnya kalibrasi ulang dan inspeksi tahunan dua kali untuk memantau error dan merencanakan pemeliharaan lebih lanjut berdasarkan usia dan kondisi peralatan.

Setelah masalah teridentifikasi, langkah penanggulangan dapat dilakukan. Untuk kWh Meter, pastikan tegangan input stabil, periksa koneksi kabel (fasa, netral, dan grounding), serta lakukan kalibrasi ulang jika pembacaannya tidak akurat. Jika kerusakan parah, penggantian kWh Meter mungkin diperlukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan mengenai error pada kWh meter dan transformator arus maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Beban yang fluktuatif atau beban yang tidak konstan dapat menyebabkan error dikarenakan kWh meter dan transformator arus memiliki Batasan dalam membaca arus yang masuk dan transformator arus tidak dapat menjaga nilai akurasi saat ada beban yang masuk itu turun naik atau tidak konsta. Beban yang kecil juga menjadi faktor yang mempengaruhi error pada kWh meter dikarenakan kWh meter dan transformator arus memiliki batas sensitivitas minimum. Ketika arus listrik terlalu kecil (di bawah 20% kapasitas pengenalan), sinyal yang dihasilkan menjadi terlalu lemah untuk dideteksi secara akurat.
2. Kesalahan pengawatan juga menjadi faktor yang mempengaruhi error pada kWh meter dan transformator arus karena ketidakseimbangan fasa pada sistem tiga fase, yang berpotensi memicu overheating atau kerusakan komponen. Akibatnya, kWh meter mungkin mencatat konsumsi energi lebih rendah atau lebih tinggi dari yang sebenarnya, tergantung pada jenis kesalahan yang terjadi.
3. Error pada kWh meter dan transformator arus dapat diidentifikasi dengan cara melihat pemakaian pelanggan dimana ketika terdapat anomali terhadap perbandingan jumlah tagihan dari bulan sebelumnya, Jika terjadi lonjakan atau penurunan drastis tanpa perubahan beban, bisa jadi meter error.
4. Error pada kWh meter dan transformator arus dapat berdampak signifikan terhadap penjualan energi listrik, baik menyebabkan kerugian finansial bagi penyedia listrik maupun ketidakadilan tarif bagi pelanggan. Ketika terjadi under-registration, yaitu kondisi dimana meter mencatat pemakaian lebih rendah dari yang sebenarnya, perusahaan listrik mengalami loss of revenue karena energi yang terjual tidak tercatat

seluruhnya.

5. Error meter dan transformator arus dapat di atasi dengan beberapa cara tergantung dari faktor yang menyebabkan error tersebut yaitu apabila error meter dan transformator arus disebabkan oleh kesalahan pengawatan maka pihak penyedia listrik biasanya mengirim kan tim teknisi Harmet untuk melakukan pengecekan terhadap pelanggan yang mengalami error tersebut. Untuk faktor lainnya apabila terdapat faktor penuaan atau kerusakan pada komponen listrik itu sendiri biasanya langsung dilakukan pergantian komponen pada alat yang mengalami kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Adekayanti, I. Adiasa, and I. Mashabai, "Analisis Gangguan Pada Kwh Meter Pelanggan Di PT. Pln (Persero) Up3 Sumbawa Menggunakan Fishbone Dan Pdca (Plan, Do, Check, Action)," *Jurnal Industri&Teknologi Samawa*, vol. 2, no. 1, pp. 22–31, Feb. 2021.
- [10] I. Ferdiansyah et al., "Alat Pengukur Deviasi pada KWH Meter 3 Fasa berbasis PZEM 0047 dan Flame Sensor."
- [11] A. Dinata, "Prototype Tera Kwh Meter 3 Fasa Daya 6600 Va Berbasis Arduino," 2021.
- [12] G. Pramudyo Angga Irawan, S. Nisworo, and D. Pravitasari, "Studi Variasi Wiring KWh Meter Elektronik Tiga Fasa," 2017.
- [13] Bunga Pefrianus, Pakiding Martinus, and Similang Sartje, "Perancangan Sistem Pengendalian Beban Dari Jarak Jauh Menggunakan Smart Relay," *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 4, no. 2301–8402, pp. 65–75, 2015.
- [14] A. K. Sawhney, *A Course In Electrical and Electronic Measurements and Instrumentation*. New Delhi, 2012.
- [15] T. Koerniawan, A. Wasri Hasanah, and Yuliansyah, "Kajian Ketelitian Current Transformer (CT) Terhadap Kesalahan Rasio Arus pada Pelanggan 197 kVA," *Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 1, pp. 9–16, Jun. 2019.
- [16] F. Syahbakti Lukman, H. Mubarak, and Cholish, "Analisis Error Kwh Meter Tiga Fase Terhadap Kesalahan Pengawatan Pada Pengukuran Tidak Langsung," *Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan*, pp. 939–848, 2022.
- [2] W. D. Agustin and M. A. Hamid, "Analisis Error Meter Dan Ct Pada Automatic Meter Reading (Amr) Di PT Pln (Persero) Up3 Cikupa," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, pp. 407–412, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3776.
- [3] L. M. Hayusman, A. D. Lestari, S. Noor, and N. Saputera, "Studi Pengujian Kwh Meter 3 Fasa Sebagai Dasar Pemilihan Kwh Meter Untuk Pelanggan," *ISAS Publishing*, pp. 319–327, 2021.
- [4] I. M. D. A. Laksana, "Analisis Pengaruh Error Transformator Arus Terhadap Selisih Pengukuran Energi Listrik PelangganTR 3 Fasa Di PT PLN (Persero) UP3 Bali Timur," Bali, 2022.
- [5] S. Muzzayanah and A. Stefanie, "Pengaruh Error Current Transformer (CT) Terhadap Tagihan Pembayaran Listrik Pada Pelanggan 20KV," *JE-UNISLA*, vol. 7, no. 2, pp. 56–62, Sep. 2022, [Online]. Available: www.jurnalteknik@unisla.ac.id/index.php/elektronika
- [6] S. Darma and S. Sistem, "STUDI SISTEM PENERAAN KWH METER," 2019.
- [7] F. Kurniadi, B. Fery Setiawan, M. Facta, P. UPDL Pandaan, J. Timur, and S. Selatan, "Analisis Akurasi kWh Meter 3 Kawat Dan Empat Kawat Untuk Beban Linier Dan Non Linier," 2023.
- [8] D. Amalia And E. Ariyanto, "Optimalisasi Pengukuran Arus Oleh Current Transformer Untuk Meminimalisir Susut Energi Pada Pabrik Baja Pt. Inti General Yaja Steel Daerah Semarang Barat," 2014.
- [9] T. Koerniawan, A. Wasri Hasanah, T. Elektro, and S. Tinggi Teknik PLN, "Kajian Ketelitian Current Transformer (CT) Terhadap Kesalahan Rasio Arus pada Pelanggan 197 kVA," *Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 1, 2019.