

EVALUASI *ERROR* KWH METER ANALOG PENGUKURAN LANGSUNG DENGAN METODE PENERAAN WAKTU PADA LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI BALI

Djoko Suhantono¹, I Made Sumerta Yasa², Kadek Amerta Yasa³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali

¹djokosuhantono@pnb.ac.id

Abstrak: Secara logika, suatu alat ukur kWh meter akan mengalami perubahan fisik maupun elektrodinamikanya bila alat tersebut digunakan secara terus-menerus. Karyawan P2TL PLN banyak menemui penyimpangan di lapangan pada alat ukur kWh meter analog satu fasa. Hal ini kemungkinan dapat terjadi pada kWh meter di Laboratorium Listrik Jurusan Teknik Elektro. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian secara konvensional dengan metode peneraan waktu. Hasil yang diperoleh bahwa error masing-masing alat ukur melampaui batas yang diizinkan yaitu lebih dari 5,366% dan kurang dari -4%. Hal ini tidak sesuai ketentuan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri.

Kata kunci: *Error, KWh Meter, Peneraan Waktu, Wattmeter.*

Abstract: Logically, a kWh meter will experience both physical and electrodynamic changes when it is used continuously. Employees of PLN P2TL encountered many irregularities in the field on a single phase analog kWh meter. This fact can be occur in kWh meter at Electrical Laboratory of Department of Electrical Engineering. Therefore, it is necessary to study the error using conventional method of time calculation. The results obtained that the error of each measuring instrument exceeds the allowed limit of more than 5.366% and less than -4%. This is not in accordance with the provisions of the Director General of Domestic Trade.

Keywords: *Error, KWh Meter, Time Calculation, Wattmeter.*

I. PENDAHULUAN

Pengukuran konsumsi energi listrik dalam sistem tenaga modern umumnya masih menggunakan tipe induksi. Meteran energi elektromekanik ini lebih baik daripada yang lain karena memiliki torsi / rasio berat yang lebih tinggi serta fakta itu beroperasi tanpa komutator yang menyebabkan kesalahan gesekan. Secara umum, alat ukur energi elektromekanik ini relatif mahal harganya dan juga mengalami gangguan gesekan. Konsekuensi dari kesalahan gesekan adalah bahwa arus awal pasti diperlukan untuk efek pergerakan bagian yang bergerak dari meter elektromekanis. Metode yang digunakan dalam pekerjaan ini menghilangkan analogi mahal dalam bentuk sirkuit terpadu yaitu diagram rangkaian skematik [1]. Selain itu, ada beberapa masalah yang dihadapi selama ini pengujian meter dalam pelayanan. Pada dasarnya, kegagalan meter energi elektronik dan energi elektromekanis meter di lapangan memiliki sifat yang berbeda. Meter Energi Elektromekanik menjadi lambat pada periode waktu tertentu atau kesalahan dalam *register counter* meter ini. Di sisi lain, kesalahan besar pada meter elektronik adalah kegagalan komponen dan pengujiannya menggunakan metode pengujian di tempat konsumen yaitu Metode Perbandingan Energi dan dengan memasang *On-Line Check Meter* [2]. Namun demikian, pada kenyataannya *energy meter* ini masih dipergunakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) hingga sekarang. Oleh karena itu untuk membuktikan adanya kesalahan gesekan dan kegagalan komponen, maka

perlu adanya peneraan. Adapun batas kesalahan yang diizinkan untuk kWh meter ditunjukkan pada Tabel 1.

Peneraan ini pernah dilakukan salah satu peneliti [3], bahwa pada dasarnya kWh meter memiliki persentase kesalahan, dimana persentase kesalahan pada setiap kWh meter berbeda. Hal ini tergantung pada pembuatan dan jenis kWh meter tersebut. Adapun kesimpulannya bahwa persentase kesalahan kWh meter analog lebih besar di bandingkan dengan persentase kesalahan kWh meter digital. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran maupun dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada percobaan tersebut. Penelitian ini hanya dilakukan pada satu alat pengukur (kWh meter) saja, belum dilakukan pada alat pengukur lebih banyak serta alat ukur baru atau pernah terpakai.

Peneraan kedua dilakukan oleh peneliti [4], bahwa hasil penelitian tersebut diperoleh deviasi kWh meter pelanggan >5% sebanyak 3 pelanggan, deviasi di antara -5% sampai dengan +5% sebanyak 256 pelanggan, dan sisanya yang memiliki deviasi kWh meter <-5% sebanyak 132 pelanggan.

Dari latar belakang tersebut, peneliti melakukan pengujian menggunakan metode peneraan waktu dengan pertimbangan bahwa metode ini sederhana dan menyesuaikan dengan peralatan yang tersedia di Laboratorium Listrik Politeknik Negeri Bali yaitu berbasis pada Persamaan (1-6).

$$e = \frac{dt-t}{t} \times 100\% \quad (1)$$

Untuk C dalam rev / Kwh,

$$td = \frac{n \times 3600 \times 1000}{P \times C} \quad (2)$$

Untuk C dalam kWh / rev,

$$td = \frac{n \times C \times 3600 \times 1000}{P} \quad (3)$$

dengan :

$$e = \% \text{ error}$$

t = waktu yang diperlukan kWh yang ditera untuk n putaran (dt)

n = putaran (revolusi)

td = waktu yang sebenarnya yang dibutuhkan Kwh untuk n putaran

catatan:

daya yang diukur harus stabil.

Selanjutnya persentase *error* dapat juga dilakukan menurut hasil perhitungan energinya dengan Persamaan (4-6).

$$E_p = \frac{n}{C} \quad (4)$$

$$E_s = \frac{P \times t}{3600 \times 100} \quad (5)$$

dan

$$\% \text{ error} = \frac{E_p - E_s}{E_s} \times 100\% \quad (6)$$

Oleh karena itu, penelitian *error* kWh meter dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik Listrik dengan alasan fasilitas kWh meter untuk praktik yang dimiliki oleh Program Studi Teknik Listrik sebanyak 28 unit dan termasuk peralatan lama serta penggunaannya hampir setiap semester. Seluruh unit kWh meter ini memiliki tipe dan spesifikasi yang sama [5].

Masalah utama yang akan dikaji dalam peneraan ini adalah waktu yang diperlukan kWh yang ditera untuk n putaran, selanjutnya waktu sebenarnya yang dibutuhkan kWh untuk n putaran dengan diketahui kedua indikator tersebut, sehingga besar kesalahan masing-masing kWh meter dapat diketahui.

Penelitian ini bertujuan menganalisis waktu yang diperlukan kWh yang ditera untuk n putaran dan waktu yang sebenarnya yang dibutuhkan kWh untuk n putaran sehingga dapat diperoleh kesalahan kWh meter, selanjutnya diharapkan dapat memberikan gambaran positif bagi para pengajar bila kWh meter dipakai untuk melaksanakan praktikum.

Tabel 1. Batas kesalahan yang diizinkan kWh meter [2]

Kelas	Batas Kesalahan Yang Diizinkan
0,5	±0,5%
1	±1%
2	±2%

II. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat Penelitian

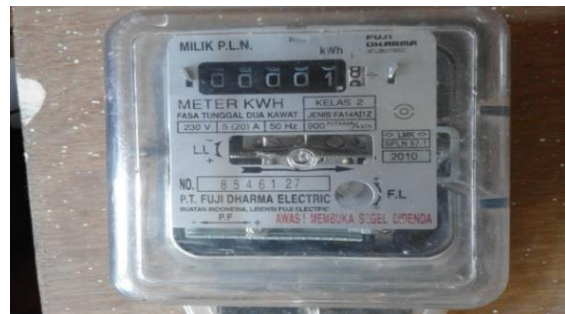
Eksperimen peneraan kWh meter dilakukan di ruang praktikum Laboratorium Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali dengan tegangan bersumber dari jala-jala PLN dan suhu ruangan rata-rata 27°C dengan *air conditioner*.

2.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian diperoleh langsung dengan observasi atau melakukan eksperimen di laboratorium dan ditunjang dengan literatur, jurnal, Pedoman SPLN, Pedoman P2TL, koordinasi dan komunikasi bersama karyawan P2TL dari PLN. Adapun data penunjang penelitian berupa SOP dan data pengujian kWh meter sesuai Keputusan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri Nomor 24/PDN/KEP/3/2010 Tentang Syarat Teknis Meter kWh meter [6].

2.3. Peralatan Penunjang Penelitian

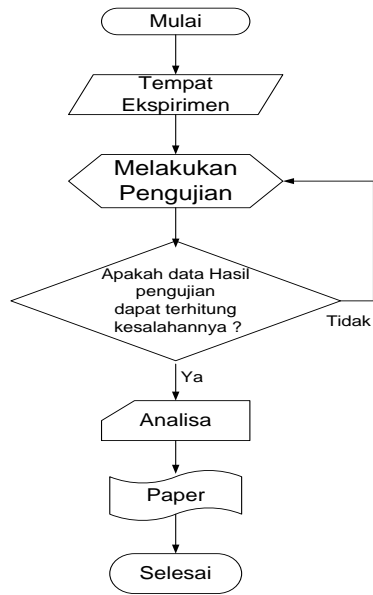
Beberapa peralatan penunjang penelitian ini yakni: kWh meter Analog sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 1, *multi-function meter* D52-2047, *Winner digital multimeter*, *stopwatch Hanhart*, papan rangkaian, dan beban lampu pijar 100W/250V.



Gambar 1. kWh meter analog

2.4. Alur Penelitian

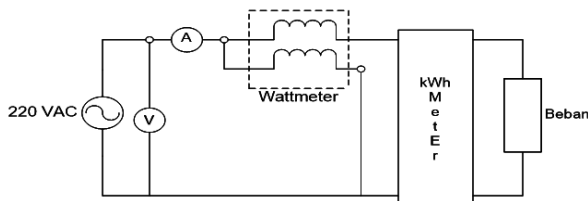
Alur penelitian yang dipaparkan dalam bagian ini memuat materi atau komponen, alat dan obyek yang diteliti, cara kerja penelitian, parameter yang di amati, rancangan yang digunakan dan teknik analisisnya. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur penelitian

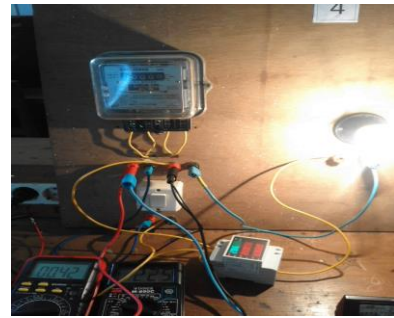
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan bantuan tenaga Pranata Laboratorium Pendidikan PLP. Adapun teknis pengujiannya hampir sama dengan yang dilakukan oleh para tenaga profesional di PLN (Yantek) yaitu pemeriksaan visual pada APP (Alat Pengukur dan Pembatas). Alat pengukurnya adalah kWh meter untuk dapat mengetahui putaran *n*, waktu *t*, daya, arus dan tegangan terukur seperti rangkaian pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian pengujian

Rangkaian pengawatannya terdiri dari alat pengukur: kWh meter masing-masing sebanyak 28 alat dengan kelas 2, Multifunction Meter D52-2047 (Wattmeter, Amperemeter dan Voltmeter serta $\cos \phi$ meter), stopwatch, lampu pijar (beban non induktif) dan alat pembatas agar aman peralatan ukur jika terjadi *short circuit*. Selanjutnya, masing-masing kWh meter dirangkai dan diberi tegangan dari jala-jala PLN hingga terukur nilai arus, tegangan, daya dan faktor daya, nilai putaran dan waktu yang dibutuhkan selama piringan berputar. Rangkaian ini ditunjukkan pada Gambar 4. Setelah seluruh kWh diukur dengan beban yang konstan, selanjutnya diperoleh data sesuai dengan Tabel 2.



Gambar 4. Rangkaian pengawatan

Setelah proses pengujian kWh meter selesai, diperoleh data utama yaitu waktu *t* dan putaran *n* sesuai dengan Tabel 2. Langkah berikutnya adalah menghitung nilai *error* masing-masing kWh meter yang ada pada Laboratorium Jurusan Teknik Elektro.

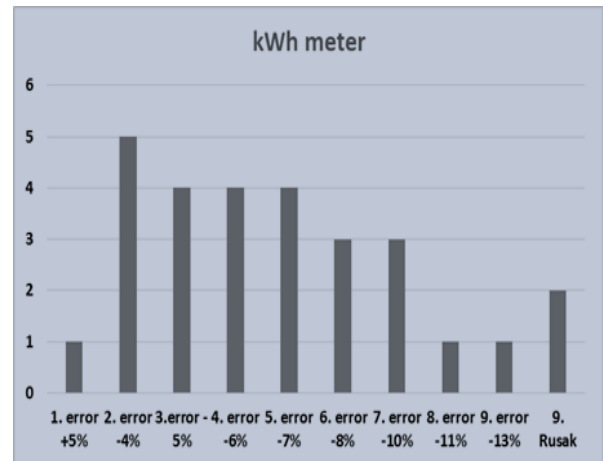
Tabel 2. Hasil Pengukuran kWh Meter

kWh meter	A	V	P	n	t
1	0,43	231,4	103,5	10	7'07''85
2	0,43	230,3	101,4	10	6'26''59
3	0,43	231,0	101,6	10	6'40''60
4	0,42	224,0	97,7	10	6'51''09
5	0,43	230,6	101,5	10	6'34''74
6	0,43	230,3	103,5	10	6'30''26
7	0,43	230,6	101,4	10	6'32''21
8	0,43	231,2	103,2	10	6'35''23
9	0,42	223,0	96,6	10	6'46''41
10	0,43	230,8	101,3	10	6'40''32
11	0,43	231,2	101,4	10	6'42''12
12	0,42	223,0	96,4	10	4'49''22
13	0,43	230,2	101,5	10	6'43''42
14	0,42	223,0	96,8	10	6'28''29
15	0,43	231,2	103,2	10	6'35''09
16	0,43	227,2	99,2	10	6'40''24
17	0,42	227,2	99,8	10	6'34''28
18	0,42	227,2	99,8	10	6'29''53
19	0,42	227,2	99,7	10	6'33''42
20	0,43	227,2	99,8	10	6'35''38
21	-	-	-	-	-
22	0,43	230,2	101,2	10	6'46''43
23	0,42	230,2	101,2	10	6'40''56
24	-	-	-	-	-
25	0,42	230,2	101,2	10	6'41''12
26	0,42	230,2	102,2	10	6'56''03
27	0,42	230,2	102,1	10	6'48''24
28	0,42	230,2	102,2	10	6'38''47

Sebelum melakukan perhitungan *error*, terlebih dahulu ditentukan dayanya, selanjutnya dengan Persamaan (1) selama 7'07''85 satuan waktu atau 7,08/60 jam diperoleh ENERGI sebesar 0,01174 kWh. Karena $C = 900 \text{ rev/kWh}$, maka putaran sesungguhnya adalah revolusi = $0,01174 \text{ kWh} \times 900 \text{ rev/kWh}$ atau senilai 10,556. Dengan membandingkan nilai putaran yang terukur sebesar 10 revolusi, maka prosentase *error* di peroleh sebesar 5,35%. Dengan cara yang sama perlakuan kWh meter 2 sampai dengan 28 dapat dihitung melalui program Excel dan

dihasilkan data seperti pada Tabel 3. Untuk cara kedua diperoleh hasil sesuai pada Tabel 4.

Dari hasil uji pengukuran dan perhitungan untuk kWh meter sebanyak 28 kWh meter diperoleh hasil yang bervariasi yaitu: 2 kWh meter rusak total (piringan tidak berputar) , +5%, -4%, -5%, -6%, -7%, -8%, -10% , -11% dan -13% sesuai Gambar 5.



Gambar 5. Diagram persentase error kWh meter

Dari Gambar 5 diketahui bahwa kesalahan kWh meter seluruhnya telah melebihi batas yang diijinkan atau melebihi dari $2\% \leq error \leq 2\%$.

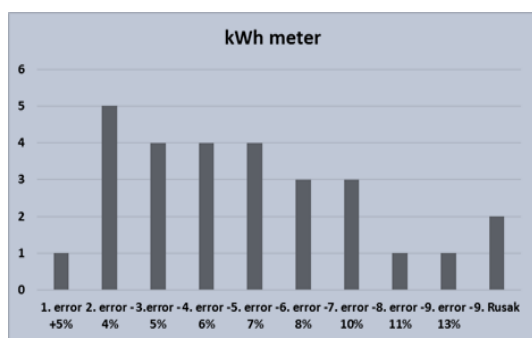
Tabel 3. Hasil perhitungan persentase error kWh meter

<i>kWh meter</i>	<i>A</i>	<i>V</i>	<i>P</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>t*</i>	<i>W</i>	<i>Rev/kWh</i>	<i>Revolusi</i>	<i>Error (%)</i>
1	0,43	231,4	103,5	10	7'07''85	7,08	0,011741236	900	10,567112	5,366767936
2	0,43	230,3	101,4	10	6'26''59	6,26	0,010332026	900	9,2988231	-7,540490796
3	0,43	231,0	101,6	10	6'40''60	6,41	0,010611755	900	9,5505795	-4,705688278
4	0,42	224,0	97,7	10	6'51''09	6,51	0,01020768	900	9,186912	-8,850503847
5	0,43	230,6	101,5	10	6'34''74	6,35	0,010494222	900	9,4447995	-5,878372537
6	0,43	230,3	103,5	10	6'30''26	6,30	0,010398045	900	9,3582405	-6,857694029
7	0,43	230,6	101,4	10	6'32''21	6,23	0,010295906	900	9,2663151	-7,91776334
8	0,43	231,2	103,2	10	6'35''23	6,35	0,010521527	900	9,469374	-5,603601674
9	0,42	223,0	96,6	10	6'46''41	6,46	0,01008406	900	9,075654	-10,18489687
10	0,43	230,8	101,3	10	6'40''32	6,40	0,010586027	900	9,527424	-4,960165518
11	0,43	231,2	101,4	10	6'42''12	6,42	0,010637512	900	9,5737608	-4,452160534
12	0,42	223,0	96,4	10	4'49''22	6,58	0,010280592	900	9,2525328	-8,078514458
13	0,43	230,2	101,5	10	6'43''42	6,43	0,010608	900	9,5471997	-4,742755093
14	0,42	223,0	96,8	10	6'28''29	6,28	0,00980308	900	8,822772	-13,3430627
15	0,43	231,2	103,2	10	6'35''09	6,35	0,010521527	900	9,469374	-5,603601674
16	0,43	227,2	99,2	10	6'40''24	6,41	0,010437189	900	9,3934704	-6,456927783
17	0,42	227,2	99,8	10	6'34''28	6,34	0,010083136	900	9,0748224	-10,19499401
18	0,42	227,2	99,8	10	6'29''53	6,29	0,010003616	900	9,0032544	-11,07094786
19	0,42	227,2	99,7	10	6'33''42	6,34	0,010083136	900	9,0748224	-10,19499401
20	0,43	227,2	99,8	10	6'35''38	6,33	0,010306928	900	9,2762352	-7,80235499
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0,43	230,2	101,2	10	6'46''43	6,46	0,010657493	900	9,5917434	-4,25633363
23	0,42	230,2	101,2	10	6'40''56	6,4	0,01031296	900	9,281664	-7,739301918
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	0,42	230,2	101,2	10	6'41''12	6,45	0,01039353	900	9,354177	-6,904113531
26	0,42	230,2	102,2	10	6'56''03	6,56	0,010570784	900	9,5137056	-5,111514067
27	0,42	230,2	102,1	10	6'48''24	6,48	0,010441872	900	9,3976848	-6,40918708
28	0,42	230,2	102,2	10	6'38''47	6,38	0,010280732	900	9,2526588	-8,077042677

Tabel 4. Hasil perhitungan persentase *error* kWh meter cara 2

<i>kWh</i> <i>meter</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>t*</i>	<i>Rev/kWh</i>	<i>E</i>	<i>E_s</i>	<i>Error (%)</i>
1	10	424,8	7,08	900	0,0111111	0,01174124	5,366767936
2	10	375,6	6,26	900	0,0111111	0,01033203	-7,540490796
3	10	384,6	6,41	900	0,0111111	0,01061176	-4,705688278
4	10	390,6	6,51	900	0,0111111	0,01020768	-8,850503847
5	10	381	6,35	900	0,0111111	0,01049422	-5,878372537
6	10	378	6,3	900	0,0111111	0,01039805	-6,857694029
7	10	373,8	6,23	900	0,0111111	0,01029591	-7,91776334
8	10	381	6,35	900	0,0111111	0,01052153	-5,603601674
9	10	387,6	6,46	900	0,0111111	0,01008406	-10,18489687
10	10	384	6,4	900	0,0111111	0,01058603	-4,960165518
11	10	385,2	6,42	900	0,0111111	0,01063751	-4,452160534
12	10	394,8	6,58	900	0,0111111	0,01028059	-8,078514458
13	10	385,8	6,43	900	0,0111111	0,010608	-4,742755093
14	10	376,8	6,28	900	0,0111111	0,00980308	-13,3430627
15	10	381	6,35	900	0,0111111	0,01052153	-5,603601674
16	10	384,6	6,41	900	0,0111111	0,01043719	-6,456927783
17	10	380,4	6,34	900	0,0111111	0,01008314	-10,19499401
18	10	377,4	6,29	900	0,0111111	0,01000362	-11,07094786
19	10	380,4	6,34	900	0,0111111	0,01008314	-10,19499401
20	10	379,8	6,33	900	0,0111111	0,01030693	-7,80235499
21	-	-	-	-	-	-	-
22	10	387,6	6,46	900	0,0111111	0,01065749	-4,25633363
23	10	384	6,4	900	0,0111111	0,01031296	-7,739301918
24	-	-	-	-	-	-	-
25	10	387	6,45	900	0,0111111	0,01039353	-6,904113531
26	10	393,6	6,56	900	0,0111111	0,01057078	-5,111514067
27	10	388,8	6,48	900	0,0111111	0,01044187	-6,40918708
28	10	382,8	6,38	900	0,0111111	0,01028073	-8,077042677

Selanjutnya *error* kWh meter dapat juga ditentukan dengan Persamaan (6) dan hasilnya hampir sama dengan Persamaan (1) yaitu masih melebihi yang diijinkan, hal ini dapat dilihat Gambar 6.



Gambar 6. Diagram persentase temuan *error* kWh meter cara 2

Mengingat kWh meter ini digunakan untuk praktikum di Laboratorium dan Workshop Teknik Elektro PNB, maka anjuran dari PLN dapat digunakan, sehingga mahasiswa dapat memahami kWh meter yang diijinkan dan tidak diijinkan.

IV. KESIMPULAN

Hasil pembahasan dan analisis menunjukkan bahwa semua kWh meter yang dimiliki oleh Laboratorium Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro belum memenuhi batas kesalahan yang diijinkan berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri Nomor 24/PDN/KEP/3/2010 Tentang Syarat Teknis Meter kWh meter. Selanjutnya merujuk pada P2TL, kWh meter harus diganti jika dipakai untuk keperluan komersial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Bapak Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Bapak Kepala Laboratorium karena telah membiayai bahan habis pakai dan alat ukur yang terbaru sehingga dapat diperoleh data untuk digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Enokela, J.A. (2007). A comparison of performances of electronic and electromechanical energy meters. *Nigerian Journal of Technology*, 26(2), 56-62.
- [2] Sukumar, P., Sawale, B.A. & Suresh, V. (2014) Trends in evaluation of energy meters at

- consumer premises - a case study. *International Journal of Electrical, Electronics and Computer Systems*, 2(2), 23-27.
- [3] Sebayang, J.S. & Masykur, S. (2014). Perbandingan kilowatthour meter analog dengan kilowatthour meter digital (aplikasi pada PT. PLN (persero) cabang Medan). *Singuda Ensikom*, 6(1), 7-12.
- [4] Reza, F., Hartono, H. & Nurhadiyono, S. (2015). Analisa deviasi kWh meter memanfaatkan aplikasi android "App Tole". *Jurnal ITEKS Intuisi Teknologi Dan Seni*. 7(3), 8-15.
- [5] Hanafi, S. & Sjani, M. (2013). Analisis pengaruh beban nonlinier terhadap kinerja Kwh meter induksi satu fasa, *Singuda Ensikom*, 2(2), 50-51.
- [6] Direktorat Jenderal Perdagangan Dalam Negeri. (2010). *Keputusan direktur jenderal perdagangan dalam negeri no. 24/PDN/KEP/3/2010 tentang syarat teknis meter kWh*. Jakarta: Departemen Perdagangan Dalam Negeri.