

Analisa Data Hasil Pengukuran Beban Motor Listrik 1 Fasa pada kWh Analog dan kWh Digital

JJackson¹, FFitriono², YAfrida³, Liyansyah⁴

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Lampung, Bandar Lampung
Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No.14 Bandar Lampung 35145

¹jacksonmuhammad@gmail.com

²fitriono.umlampung@gmail.com

³yenniafrida2016@gmail.com

Intisari — Penggunaan Energi Listrik telah menjadi kebutuhan masyarakat sehari-hari. Untuk mengetahui besaran energi listrik yang digunakan, PLN membutuhkan sebuah alat yang disebut kWh Meter. Terdapat dua macam kWh Meter yang digunakan, yaitu kWh meter Analog (paskabayar) dan kWh Meter Digital (prabayar). Setelah beralih ke kWh meter Digital, hamper di semua rumah sudah menggunakannya, akan tetapi ternyata masih banyak juga keluhan dari masyarakat dan kurang setuju dengan kWh meter digital. Hal ini disebabkan karena adanya anggapan, pemikiran dan informasi dari masyarakat bahwa kWh meter Digital tersebut membuat perhitungan yang salah sehingga banyak merasa perhitungan energi listrik yang dipakai lebih besar dari pada kWh meter Analog. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai data hasil pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh meter Digital dan Analog. Metode yang digunakan yaitu dengan cara membandingkan hasil pembacaan oleh kWh meter analog dan kWh meter digital yang dipasangkan pada motor listrik 1 fasa. Proses penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur langsung beban motor listrik 1 fasa pada kWh Analog dan kWh Digital sebanyak sepuluh kali dengan jangka waktu berbeda. Hasil penelitian ini adalah kWh Digital menunjukkan pengukuran yang lebih teliti dan akurat karena digit angka yang ditampilkan dua desimal (0,00). Dari hasil pembulatan satu desimal (0.0), maka hasil pengukuran adalah sama.

Kata kunci — Motor Listrik, kWh Analog, kWh Digital.

Abstract — The use of electrical energy has become a daily necessity for society. To find out the amount used of electrical energy, PLN needs a device called a kWh meter. There are two kinds of kWh Meters namely Analog kWh Meter (postpaid) and Digital kWh Meter (prepaid). After switching to the Digital kWh Meter, almost all of residents had used it, but there are still complaints from the public and disagreements with the Digital kWh Meter. This was due to the assumption, thought and information from the public that the Digital kWh Meter had made wrong calculations so that many people feel that the calculation of the electrical energy used was greater than the Analog kWh Meter. This study aimed to determine the value of the data on the measurement results of a 1-phase electric motor loads on the Digital and Analog kWh Meters. The method used in this study was by comparing the reading results of the Digital and Analog kWh Meters which was attached to a 1-phase electric motor. The process of this study was carried out by directly measuring the load of the 1-phase electric motor on the Digital and Analog kWh Meters ten times with different durations. The results of this study were digital kWh Meter showed a more thorough and accuratemeasurements because the displayed digits were two decimal places (0,00). From the result of rounding off one decimal (0.0), the measurement result was the same.

Keywords — Electric Motor, Analog kWh, Digital kWh.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan Energi Listrik telah menjadi kebutuhan yang mendasar bagi masyarakat Indonesia. Penyediaan Energi listrik itu sendiri saat ini di Indonesia ditugaskan kepada Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Untuk mengetahui besaran energi listrik yang digunakan, PLN membutuhkan sebuah alat yang disebut kWh Meter. Terdapat dua macam kWh Meter yang digunakan, yaitu kWh meter Analog (paskabayar) dan kWh Meter Digital (prabayar).

PT PLN (Persero) awalnya hanya menggunakan kWh meter Analog sebagai alat ukur energi listrik setiap bulan. PT PLN (Persero) harus mencatat meter, menghitung dan menerbitkan rekening yang harus dibayar pelanggan, melakukan penagihan kepada pelanggan yang terlambat atau tidak membayar, dan memutus aliran listrik jika pelanggan terlambat atau tidak membayar rekening listrik setelah waktu tertentu. Untuk mengembangkan pelayanan suatu perusahaan, dibuatlah suatu inovasi demi mempertahankan eksistensi juga untuk kemajuan serta pengembangan dalam memberikan pelayanan kepada masyarakat.

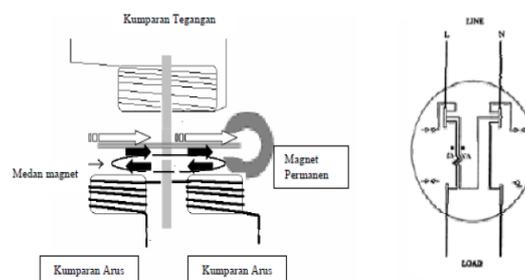
Bentuk inovasi yang diciptakan oleh PT PLN (Persero) adalah dengan mengenalkan kWh meter Digital. kWh meter Digital dirancang dan digunakan untuk lebih mempermudah pengoperasian dalam penggunaan energi listrik. Dimana penggunaan kWh meter Digital harus membeli pulsa listrik terlebih dahulu supaya penggunaan dan pengukuran energi listrik dapat dilakukan. Setelah beralih ke kWh meter Digital, hampir disemua rumah sudah menggunakannya, akan tetapi ternyata masih banyak juga keluhan dari masyarakat dan kurang setuju dengan kWh meter Digital.

Keluhan tersebut disebabkan karena adanya anggapan, pemikiran dan informasi dari masyarakat bahwa kWh meter Digital tersebut membuat perhitungan yang salah sehingga banyak merasa perhitungan energi listrik yang dipakai lebih besar dari pada kWh meter Analog [14]. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui nilai data hasil pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh meter Digital dan Analog. Metode yang digunakan yaitu dengan cara membandingkan hasil pembacaan oleh kWh meter analog dan kWh meter digital yang dipasangkan pada motor listrik 1 fasa.

A. kWh Meter Analog

kWh meter Analog adalah alat yang digunakan pihak PLN untuk menghitung besar pemakaian daya konsumen. Alat ini sangat umum dijumpai dimasyarakat. Bagian utama dari sebuah kWh meter Analog adalah kumparan tegangan, kumparan arus, piringan aluminium, magnet tetap yang tugasnya

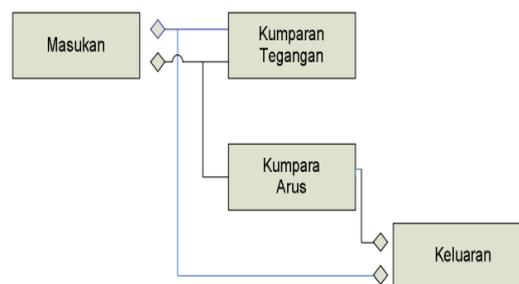
menetralkan piringan aluminium dari induksi medan magnet dan gear mekanik yang mencatat jumlah perputaran piringan aluminium. Alat ini bekerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Putaran piringan tersebut akan menggerakkan *counter* digit sebagai tampilan jumlah kWhnya.



Gbr. 1. Medan Magnet dan Fisik kWh Analog

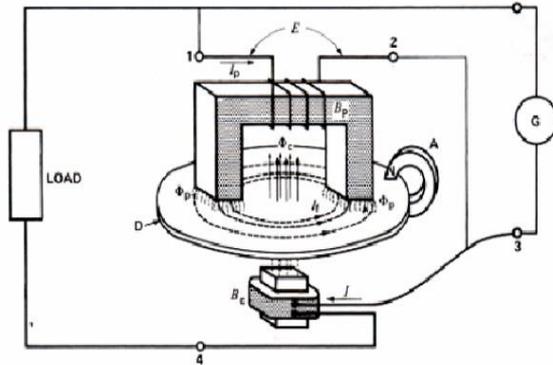
Gambar 1 menggambarkan kepada kita bagaimana medan magnet memutar piringan aluminium. Arus listrik yang melalui kumparan arus mengalir sesuai dengan perubahan arus terhadap waktu. Hal ini menimbulkan adanya medan di permukaan kawat tembaga pada koil kumparan arus.

Kumparan tegangan membantu mengarahkan medan magnet agar menepi permukaan aluminium sehingga terjadi suatu gesekan antara piringan aluminium dengan medan magnet disekelilingnya. Dengan demikian maka piringan tersebut mulai berputar dan kecepatan putarnya dipengaruhi oleh besar kecilnya arus listrik yang melalui kumparan arus [5]. Gambar 1 merupakan koneksi kWh Meter dimana ada empat buah terminal yang terdiri dari dua buah terminal masukan dari jala – jala listrik PLN dan dua terminal lainnya merupakan terminal keluaran yang akan menyuplai tenaga listrik ke rumah.



Gbr. 2 Diagram Alur In-Out

Dua terminal masukan dihubungkan ke kumpulan tegangan secara paralel dan antara terminal masukan dan keluaran dihubungkan ke kumpulan arus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gbr. 3 Prinsip Kerja kWh Meter Analog [5]

Berikut diberikan gambar prinsip kerja dari kWh meter tersebut apabila ditinjau dari segi fisika. Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa arus beban I menghasilkan fluks bolak-balik Φ_c , yang melewati piringan aluminium dan menginduksinya, sehingga menimbulkan tegangan dan eddy current. Kumpulan tegangan B_p juga menghasilkan fluks bolak-balik Φ_p yang memintas arus I_f . Karena itu piringan mendapat gaya, dan resultan dari torsi membuat piringan berputar.

Torsi ini sebanding dengan fluks Φ_p dan arus I_f serta harga cosinus dari sudut antaranya. Karena Φ_p dan I_f sebanding dengan tegangan E dan arus beban I , maka torsi motor sebanding dengan $EI \cos \theta$, yaitu daya aktif yang diberikan ke beban. Karena itu kecepatan putaran piringan sebanding dengan daya aktif yang terpakai. Semakin besar daya yang terpakai, kecepatan piringan semakin besar, demikian pula sebaliknya [8].

B. kWh Meter Digital

kWh Meter Digital dengan sistem pengisian menggunakan pulsa.

1) Prinsip Kerja kWh Meter Digital

Prinsip kerja kWh meter adalah mengukur konsumsi daya setiap jam, prinsip kerja kWh Digital diawali dengan mendeteksi arus melalui sensor dan tegangan yang berasal dari jala-jala listrik, selanjutnya sinyal keluaran dari sensor arus dan

tegangan tersebut akan dikondisikan sehingga membentuk beda fasa melalui rangkaian, kemudian sinyal inputan tersebut akan berubah menjadi tegangan DC, dilanjutkan masuk ke ADC untuk dikonversi menjadi sinyal digital. Sinyal digital tersebut lalu diproses dan ditampilkan ke LCD berupa total daya energi listrik beserta nilai konversinya dalam rupiah [7].

2) Bagian Utama Dan Fungsi kWh Meter Digital.

• Relay

Relay merupakan bentuk hambatan terdiri atas titik-titik kontak bawah dengan gulungan spoolnya tidak bergerak dan titik kontak bagian atas yang bergerak. Prinsip kerja hambatan adalah menghubungkan titik-titik kontak bagian bawah dengan titik bagian atas, yaitu terletak gulungan spool dialiri arus listrik yang timbul elektromagnet. Bagian titik kontak dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian kontak utama dan kontak bantu yaitu:



Gbr. 4 Relay [15]

1. Bagian kontak utama gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik bagian yang menuju beban/pemakai.
2. Bagian kontak bantu gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik ke bagian yang menuju bagian pengendali. Kontak Bantu mempunyai dua kontak yaitu kontak hubung (NC) dan kontak putus (NO) menandakan masing-masing kontak dan gulungan spool. Relay merupakan sebuah saklar magnet yang dapat memutuskan dan menutup sirkuit

dari jarak jauh. Adapun jenisnya Relay ada dua yaitu:

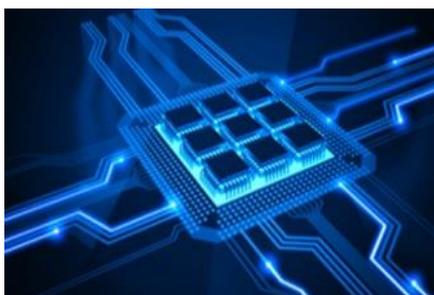
1. Relay yang bekerja dari arus bolak-balik.
2. Relay yang bekerja dari arus Searah.

Relay sangat berguna dalam dunia industri. Dengan prinsip elektromagnetic, *coil relay* akan menjadi magnet bila dikenai polaritas arus pada kutub-kutubnya. Gaya magnet akan menarik kontak *relay* dan memberikan fungsi normal open dan normal *close*. Relay sangat luas penggunaannya khususnya dalam mengoutputkan sinyal.

- *Mikrokontroler*

Mikrokontroler adalah sebuah komponen elektronika yang berupa IC (*intergrated circuit*) yang bisa berfungsi sebagai komputer tetapi dalam ukuran minimum. Kata “Mikrokontroler” merupakan serapan dari kata bahasa inggris “*Microcontroller*” yang merupakan gabungan dari dua kata yaitu Micro dan Controller.

Kata micro berarti ukuran yang sangat kecil yaitu sepersatujuta dan kata *Controller* berarti pengendali. Mikrokontroler berarti sebuah unit pengendali dalam ukuran yang sangat kecil.



Gbr. 5 Mikrokontroler [15]

Mikrokontroler juga merupakan suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Sekedar contoh, bayangkan diri Anda saat mulai belajar membaca dan menulis, ketika Anda sudah bisa melakukan hal itu Anda bisa membaca tulisan apapun baik buku, cerpen, artikel dan sebagainya, dan Andapun bisa pula menulis hal-hal sebaliknya.

Begitu pula jika Anda sudah mahir membaca dan menulis data maka Anda dapat membuat program untuk membuat suatu sistem pengaturan otomatis menggunakan mikrokontroler sesuai keinginan Anda.

Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara umum bias disebut "pengendali kecil" dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC, TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka:

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas.
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang *Compact* (Terintegrasi).

Mikrokontroler tidak sepenuhnya bisa mereduksi komponen IC, TTL dan CMOS yang seringkali masih diperlukan untuk aplikasi kecepatan tinggi atau sekedar menambah jumlah saluran masukan dan keluaran (I/O). Dengan kata lain, mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau sederhana.

Saat awal dimana unit yang tersimpan dimemori masih nol, mikrokontroler menunggu adanya penekanan tombol isi ulang. Bila tombol tersebut ditekan, maka unit yang ada di ‘Kartu Chip’ atau PULSA dipindahkan ke memori (sekalius mereset kartu) agar Pulsa tersebut tidak dapat di gunakan kembali dan *relay*-pun diaktifkan.

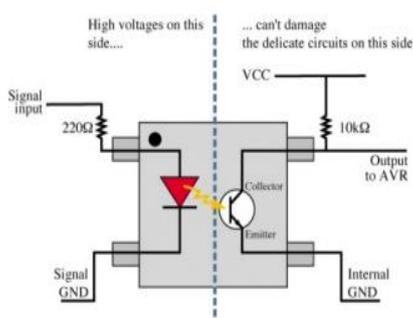
Sistem siap untuk mendeteksi jumlah frekuensi LED kWh Meter. Untuk sejumlah Kedipan tertentu maka unit yang ada di memori akan dikurangi satu unit, hingga habis. Isi dari memori ini dapat ditambah dengan melakukan proses isi ulang. Kondisi unit nominal yang masih ada dapat dilihat melalui LED indikator. Jika unit nominal pada memori telah habis, maka mikrokontroler akan mematikan relay sehingga aliran listrik terputus. Relay akan aktif kembali jika memori tersebut telah di isi ulang [1].

- *Sensor Optocoupler*

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari dua bagian yaitu transmitter dan receiver, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya *optocoupler* digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis. Optocoupler atau optoisolator merupakan komponen penggandeng (*coupling*) antara rangkaian input dengan rangkaian output yang menggunakan media cahaya (opto) sebagai penghubung. Dengan kata lain, tidak ada bagian yang konduktif antara kedua rangkaian tersebut. *Optocoupler* sendiri terdiri dari dua bagian, yaitu *transmitter* (pengirim) dan *receiver* (penerima).



Gbr. 6 Optocoupler [15]



Gbr. 7 Simbol Optocoupler [15]

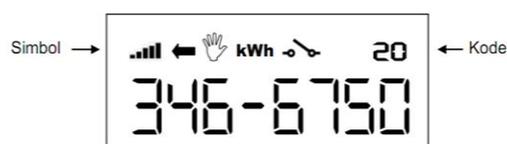
Dilihat dari penggunaannya, *optocoupler* biasa digunakan untuk mengisolasi *common* rangkaian input dengan *common* rangkaian output. sehingga *supply* tegangan untuk masing-masing rangkaian tidak saling terbebani dan juga untuk mencegah kerusakan pada rangkaian kontrol (rangkaiannya *input*). Prinsip kerja dari rangkaian *Optocoupler* adalah sebagai berikut [15]:

1. Jika antara *phototransistor* dan LED terhalang maka *phototransistor* tersebut akan *off* sehingga *output* dari kolektor akan berlogika *high*.
2. Sebaliknya jika antara *phototransistor* dan LED tidak terhalang maka *phototransistor* tersebut akan *on* sehingga *output*-nya akan berlogika *low*.

C. LCD (Liquid Crystal Display)

Layar dari LCD menggunakan latar cahaya (*back-light*) atau menggunakan sistem lain yang lebih baik dan efisien, seperti LED atau teknologi lain yang lebih maju. Layar tampilan didukung oleh memori tak terhapus (*non volatile*), minimum 4 kbyte, dilengkapi super kapasitor untuk pemberi catu daya jika listrik padam. Super kapasitor harus mempunyai kemampuan mencatu daya layar tampilan minimum 48 jam menyala terus menerus. Layar tampilan mempunyai dua baris informasi [15]:

1. Baris pertama untuk Simbol dan Kode, dengan tinggi karakter minimum 4,5 mm.
2. Baris kedua untuk Teks dalam Bahasa Indonesia, dengan ukuran karakter minimum: lebar 4 mm dan tinggi 8 mm.



Gambar 3 Informasi pada layar tampilan

Simbol pada baris pertama menampilkan gambar:

- menginformasikan tingkat pemakaian beban.
- menginformasikan arah energi terbalik
- menginformasikan indikasi penyalahgunaan.
- **kWh** muncul saat teks menunjukkan sisa kredit dan akumulasi energi
- menginformasikan status rele terbuka

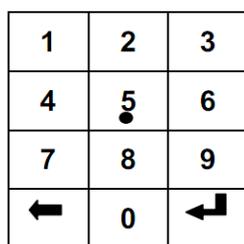
Gbr. 8 Tampilan LCD [15]

Kode pada baris pertama menampilkan informasi mengenai:

1. Nomor kode singkat (*short-code*).
2. Jumlah digit dari token yang sudah dimasukkan pada Teks baris kedua Teks pada baris kedua, mempunyai sekurang - kurangnya 8 digit dalam satu kesatuan waktu dan berjalan dari kanan ke kiri, menampilkan:
 - Angka token yang telah dimasukkan melalui papan tombol Sebagai contoh adalah Gambar 2.12, yang memperlihatkan tampilan setelah token 2341-2453-2318-1346-6750 telah berhasil dimasukkan. 346 -6750 adalah 7 angka terakhir yang ditampilkan pada layar.
 - Informasi mengenai respon memasukkan token, Jika token diterima akan ditampilkan nilai kWh beli dan kemudian jumlah total sisa kWh. Perubahan tampilan nilai kWh beli dan total kWh berselang 1 detik dengan nyala tampilan informasi 2 detik, diikuti dengan simbol 'kWh'.

1) Papan tombol

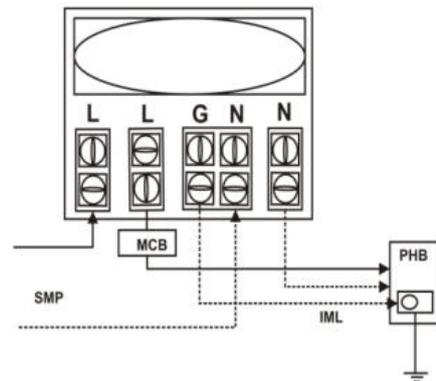
Papan tombol (*keypad*) terbuat dari bahan polimer dengan tombol angka 5 ada tanda timbul (noktah) dan harus terlindung dari kemungkinan tirsan cairan. Masing-masing tombol harus dapat beroperasi minimum 20.000 kali. Konstruksi papan tombol dapat menjadi satu dengan meter atau terpisah (*remote*). Jika terpisah papan tombol harus dilengkapi layar tampilan berbentuk *electronic display*. Konfigurasi angka mengikuti standar telefoni 12 digit [15].



Gbr 9 Konfigurasi papan tombol [15]

2) Terminal

Terminal harus dari jenis *press screw system* (baut pengencang konduktor kabel dilengkapi dengan pelat penekan) dan mampu menerima kabel masukan ukuran 6 s/ d 16 mm² dari jenis aluminium atau tembaga. Terminal pembumian harus tersambung secara listrik dengan terminal netral dan bagian meter berbadan logam yang dapat diakses. Konfigurasi dan susunan terminal dapat dilihat pada gambar [15].



Gbr 10 Terminal pada kWh Digital [15]

• Tutup terminal

Tutup terminal harus dapat menutup semua terminal, baut pengencang konduktor kabel dan sebagian dari insulasi kabel. Dan harus mampu menekan sensor yang berperan sebagai segel apabila ada pihak yang dengan sengaja membuka Tutup ini dengan tujuan tidak bertanggung jawab.

• LED Indikator

Meter harus dilengkapi minimal tiga buah lampu LED indikator menyala terang dengan ketentuan warna dan fungsi sebagai berikut:

Merah : Imp/kWh (keluaran pulsa)

Kuning : Penyalahgunaan (tamper)

Hijau : Catu daya dan informasi kredit rendah. Untuk kredit rendah, warna berubah menjadi merah dan berkedip.

II. METODE PENELITIAN.

A. Metode

Metode yang digunakan oleh penyusun dalam melakukan penelitian ini, pertama studi pustaka, yaitu dengan cara mencari, mempelajari dan mengkaji teori-teori yang mendukung dan berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Teori-teori tersebut diperoleh dari jurnal ilmiah, hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan berbagai buku referensi yang mendukung dalam penelitian ini. Kedua Observasi langsung, yaitu dengan cara mengumpulkan data-data yang diperoleh dilapangan yang diperlukan untuk menunjang penelitian. Data ini diperoleh dari hasil pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan kWh Analog. Selanjutnya data-data hasil pengukuran dikumpulkan dalam bentuk tabel dan diolah serta menganalisa hasil pengukurannya.

B. Instrumen Penelitian

Sebelum melakukan penelitian analisa data hasil pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan kWh Analog tentunya diperlukan instrumen-instrumen (peralatan) penelitian, adapun instrument-instrumen penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Instrumen Penelitian

NO	INSTRUMEN	SPESIFIKASI
1	kWh Digital	Merk MELCOINDA, No.56601115274, Type MTS-125 V.1, CL 1, 220V, 5(60)A, 50Hz, 1000 Imp/kWh
2	kWh Analog	Merk Fuji Dharma Electric Type FA14AI1Z, Kelas 2.0, 230V, 5(20)A, 50Hz, 900 Put/kWh
3	Motor Listrik 1 Fasa	Merk Panasonic

Penelitian Analisa Data Hasil Pengukuran Beban Motor Listrik 1 Fasa pada kWh Meter Analog dan kWh Digital dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap persiapan instrumen penelitian dan tahap pengukuran beban.

- Tahap Persiapan Penelitian:
 1. Mempersiapkan Instrumen-instrumen penelitian.
 2. Melakukan Pemasangan kWh Meter Analog dan kWh Digital.
- Tahap Pengukuran:
 1. Sebelum melakukan pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan kWh Analog peneliti harus memastikan beban yang terukur sebelumnya adalah Nol (0 Amper). Dengan cara melihat di kWh Meter Digital 44 Enter (pengukuran beban).
 2. Mendokumentasikan Stand awal pada kWh Analog dan Pulsa awal pada kWh Digital (37 Enter).
 3. Mencatat waktu/jam dimulainya penelitian dan memasang Alarm sesuai lama waktu Pengukuran penelitian (60 menit, 70 Menit, 80 Menit, 90 Menit, 100 Menit, 110 Menit, 120 Menit, 130 Menit, 140 Menit, dan 150 Menit)
 4. Menyambungkan atau memasang beban motor listrik 1 fasa agar dapat terukur di kWh Meter Digital dan kWh Meter Analog.
 5. Mencatat dan mendokumentasikan pengukuran Tegangan (41 Enter), Arus atau Beban (44 Enter), Daya (47 Enter) dan Faktor Daya (39 Enter) pada kWh Meter Digital.
 6. Menunggu dan tetap mengamati pengukuran beban motor listrik 1 fasa dan memastikan kondisi dari intrumen motor listrik tetap bekerja secara stabil.
 7. Setelah waktu Pengukuran penelitian selesai yang ditandai oleh Alarm yang telah di setting sebelumnya, motor listrik 1 fasa langsung dilepas.
 8. Mendokumentasikan dan mencatat kembali stand akhir pada kWh Analog dan pulsa akhir dari kWh Digital.

C. Pengumpulan Data Penelitian

Penelitian Penelitian ini dilaksanakan dengan sepuluh kali pengukuran beban dengan rincian pengukuran sebagai berikut:

1. Pengukuran Kesatu waktu 60 menit
2. Pengukuran Kedua waktu 70 menit
3. Pengukuran Ketiga waktu 80 menit
4. Pengukuran Keempat waktu 90 menit
5. Pengukuran Kelima waktu 100 menit
6. Pengukuran Keenam waktu 110 menit
7. Pengukuran Ketujuh waktu 120 menit
8. Pengukuran Kedelapan waktu 130 menit
9. Pengukuran Kesembilanwaktu 140 menit
10. Pengukuran Kesepuluh waktu 150 menit

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran

Hasil dari pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan kWh Analog yang telah dilakukan oleh peneliti diatas, bentuk tabel dan grafik. Tabel diatas adalah rekap dari hasil pengukuran pertama sampai dengan pengukuran ke sepuluh, secara lebih ringkas dapat dilihat pada tabel dibawah ini selisih hasil ukur dari pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan kWh Analog.

Tabel 3 rekap selisih hasil pengukuran diatas dapat dilihat bahwa selisih dari pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan Analog tidak sama setiap pengukurannya. Pada pengukuran pertama, kesembilan dan kesepuluh menunjukkan bahwa pengukuran pada kWh Digital lebih besar daripada kWh Analog. Pada pengukuran kedua, ketiga, keempat, kelima, keenam dan kedelapan menunjukkan bahwa pengukuran pada kWh Digital lebih kecil daripada kWh Analog. Kemudian pada pengukuran ketujuh hasil ukur kWh Digital dan kWh Analog menunjukkan hasil yang sama yaitu 0.40 kWh.

Tabel 2. Rekap Hasil Pengukuran

NO	PERCOBAAN	KWH	STAND/PULSA		HASIL UKUR
			AWAL	AKHIR	
1	KESATU	DIGITAL	179,43	179,21	0,22
		ANALOG	6035,3	6035,5	0,2
SELISIH DIGITAL > ANALOG					0,02
2	KEDUA	DIGITAL	178,65	178,36	0,29
		ANALOG	6036,1	6036,4	0,3
SELISIH DIGITAL < ANALOG					0,01
3	KETIGA	DIGITAL	164,28	164	0,28
		ANALOG	6050,4	6050,7	0,3
SELISIH DIGITAL < ANALOG					0,02
4	KEEMPAT	DIGITAL	163,98	163,69	0,29
		ANALOG	6050,7	6051	0,3
SELISIH DIGITAL < ANALOG					0,01
5	KELIMA	DIGITAL	163,63	163,27	0,36
		ANALOG	6051	6051,4	0,4
SELISIH DIGITAL < ANALOG					0,04
6	KEENAM	DIGITAL	162,95	162,47	0,48
		ANALOG	6051,7	6052,2	0,5
SELISIH DIGITAL < ANALOG					0,02
7	KETUJUH	DIGITAL	158,63	158,23	0,40
		ANALOG	6056	6056,4	0,4
SELISIH DIGITAL = ANALOG					0,00
8	KEDELAPAN	DIGITAL	125,02	124,54	0,48
		ANALOG	6089,4	6089,9	0,5
SELISIH DIGITAL < ANALOG					0,02
9	KESEMBILAN	DIGITAL	121,08	120,65	0,43
		ANALOG	6093,3	6093,7	0,4
SELISIH DIGITAL > ANALOG					0,03
10	KESEPULUH	DIGITAL	114,15	113,62	0,53
		ANALOG	6100,2	6100,7	0,5
SELISIH DIGITAL > ANALOG					0,03

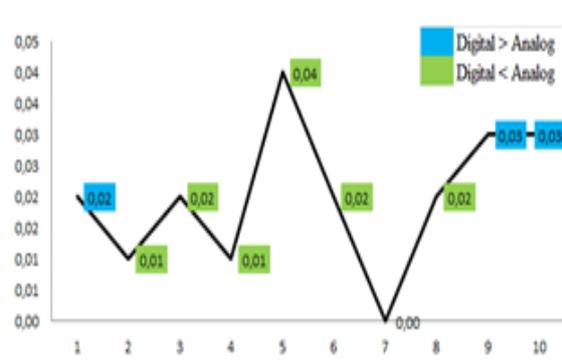
Tabel 3. Rekap Selisih Hasil Pengukuran

Pengukuran	kWh Analog	kWh Digital	Selisih
1	0,2	0,22	0,02
2	0,3	0,29	0,01
3	0,3	0,28	0,02
4	0,3	0,29	0,01
5	0,4	0,36	0,04
6	0,5	0,48	0,02
7	0,4	0,40	0,00
8	0,5	0,48	0,02
9	0,4	0,43	0,03
10	0,5	0,53	0,03
Jumlah	3,8	3,78	0,04

B. Pembahasan

Pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan kWh Analog telah dilakukan, pengukuran telah dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan jangka waktu berbeda yaitu : 60 menit, 70 menit, 80 menit, 90 menit, 100 menit, 110 menit, 120 menit, 130 menit, 140 menit, 150 menit. Hasil dari pengukuran telah ditampilkan pada tabel 2 rekap hasil pengukuran dan lebih detail lagi selisih dari hasil pengukuran telah ditampilkan pada tabel 3 rekap selisih hasil pengukuran.

Terlihat bahwa hasil ukur yang telah dilakukan menghasilkan perbedaan. Ada pengukuran yang menghasilkan kWh Digital mengukur lebih kecil daripada kWh Analog, ada pengukuran yang menghasilkan kWh Digital mengukur lebih besar daripada kWh Analog dan ada juga pengukuran yang menghasilkan kWh Digital sama dengan kWh Analog. Berikut ditampilkan grafik dari selisih hasil pengukuran yang telah dilakukan :



Gbr. 11 Grafik Selisih Hasil Pengukuran

Dilihat dari grafik diatas pada pengukuran pertama kWh Digital mengukur lebih besar senilai 0.02 kWh. Pada pengukuran kedua kWh Digital mengukur lebih kecil senilai 0.01 kWh, pada pengukuran ketiga kWh Digital mengukur lebih kecil senilai 0.02 kWh, pada pengukuran keempat kWh Digital mengukur lebih kecil senilai 0.01 kWh, pada pengukuran kelima kWh Digital mengukur lebih kecil senilai 0.04 kWh, pada pengukuran keenam kWh Digital mengukur lebih kecil senilai 0.02 kWh, pada pengukuran ketujuh kWh Digital mengukur sama dengan kWh Analog, pada pengukuran kedelapan kWh Digital mengukur lebih

kecil senilai 0.02 kWh, pada pengukuran kesembilan kWh Digital mengukur lebih besar senilai 0.03 kWh dan pada pengukuran terakhir kesepuluh kWh Digital mengukur lebih besar senilai 0.03 kWh.

Dari fakta pengukuran diatas dilihat bahwa hasil pengukuran tidak selalu sama menyatakan bahwa pengukuran pada kWh Digital lebih kecil atau pengukuran kWh lebih besar daripada kWh Analog. Pengukuran yang menunjukkan bahwa kWh Digital mengukur lebih kecil ada 6 kali pengukuran, menunjukkan bahwa kWh Digital mengukur lebih besar ada 3 kali pengukuran dan menunjukkan bahwa kWh Digital mengukur sama dengan kWh Analog ada 1 kali pengukuran.

Syarat untuk membandingkan dua variabel yang berbeda maka harus kedua variabel tersebut memiliki ciri yang sama (apel to apel). Di hasil pengukuran penelitian ini variabel atau nilai dari pengukuran kWh Digital adalah dua desimal (0.00) sedangkan variabel atau nilai dari pengukuran kWh Analog adalah satu desimal (0.0). Hal ini menyebabkan analisa data dari hasil pengukuran yang telah dilakukan tidak mendapatkan sebuah kesimpulan yang sesuai.

Perumusan masalah dalam penelitian ini ialah apakah pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital lebih besar dibanding kWh Analog, dilihat dari analisa diatas menunjukkan bahwa ada pengukuran yang lebih kecil, lebih besar dan sama. Jadi untuk menunjukkan hasil perbandingan yang lebih akurat peneliti akan menyamakan variabel atau nilai dari hasil pengukuran kWh Digital dan kWh Analog senilai satu desimal.

Aturan secara matematis pembulatan desimal adalah apabila desimal tersebut bernilai ≥ 5 maka nilai dari sebelum desimal tersebut ditambah 1 dan apabila desimal tersebut bernilai < 5 maka nilai dari sebelum desimal tersebut tetap sama. Berikut pembulatan dari hasil pengukuran kWh Digital yang telah dilakukan:

Tabel 4. Pembulatan Hasil Pengukuran

No	Pengukuran	Hasil	Pembulatan
1	Kesatu	0,22	0,2
2	Kedua	0,29	0,3
3	Ketiga	0,28	0,3
4	Keempat	0,29	0,3
5	Kelima	0,36	0,4
6	Keenam	0,48	0,5
7	Ketujuh	0,4	0,4
8	Kedelapan	0,48	0,5
9	Kesembilan	0,43	0,4
10	Kesepuluh	0,53	0,5

Hasil pembulatan dari tabel 4 diatas maka dapat ditunjukkan rekap hasil pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan kWh Analog dengan variabel ciri yang sama adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Rekap Hasil Pengukuran

Pengukuran	kWh Analog	kWh Digital	Selisih
1	0,2	0,2	0,00
2	0,3	0,3	0,00
3	0,3	0,3	0,00
4	0,3	0,3	0,00
5	0,4	0,4	0,00
6	0,5	0,5	0,00
7	0,4	0,4	0,00
8	0,5	0,5	0,00
9	0,4	0,4	0,00
10	0,5	0,5	0,00
Jumlah			0,00

Terlihat dari tabel 5 diatas hasil dari pengukuran pertama sampai dengan pengukuran kesepuluh dari beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan kWh Analog yang telah dilakukan adalah sama.

IV. PENUTUP

Pengukuran beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan Analog sudah sesuai dengan spesifikasi masing-masing dari kWh tersebut, dimana kWh Digital menunjukkan hasil yang lebih teliti dan akurat karena digit angka yang ditampilkan dua desimal (0,00). Dari hasil pembulatan satu desimal (0.0), maka hasil pengukuran pertama sampai dengan pengukuran kesepuluh dari beban motor listrik 1 fasa pada kWh Digital dan kWh Analog adalah sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi atas bantuan dana Penelitian Dosen Pemula Tahun 2020 sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] Agarwal, T. (2015), *Types Of Watt-Hour Meters And Their Working Principles*. <https://www.elprocus.com/watthour-meter-circuit-working-with-microcontroller/>.
- [2] Aji, Santika, (2018), *Pengertian Motor 1 fasa (phase)*, dikutip dari <http://santikoaj.blogspot.com/2018/11/motor-1-fasa.html>
- [3] Akbar, Dedi, (2019), *Pengertian Tegangan Listrik*, dikutip dari <https://smartinyourhand.blogspot.com/2012/06/tegangan-listrik-rumus-tegangan-listrik.html>
- [4] Alauddin, Z. (2015). *Perbandingan Keekonomisan Kwh Meter Analog Dan Digital Pada RI Tahun 2013*. <http://begalilmu.blogspot.co.id/2015/06/perbandingan-keekonomisan-kwh-meter.html>
- [5] Fatsyahrina, Fitriastuti, Siswadi, *Aplikasi kWh (Kilo What Hour) Meter Berbasis Microntroller Atmega 32 Untuk Memonitor Beban Listrik*, Jurnal Kompetensi Teknik Universitas Janabadra, 2011.
- [6] Bluejay, M. (2016). *Saving Electricity*. <http://michaelbluejay.com/electricity/>
- [7] Goyal, N. (2014). *Energy Meter Working Principle: Electrical Meter Working*. <http://electrcialstandards.blogspot.co.id/2014/07/energy-meter-working-principle.html>
- [8] Gunawan Dendi. *Studi Komparasi kWh meter pascabayar dengan kWh meter prabayar tentang akurasi pengukuran terhadap tariff listrik yang bervariasi*. Jurnal SETRUM Jurusan Teknik Elektro Untirta Press Vol. 7 No.1 (158-168), 2018.
- [9] Jorgustin, K. (2015). *How To Measure Energy (kWh) Of A Single Device With A Power Meter Watts Over Time*. <https://modernsurvivalblog.com/alternative-energy/how-to-measure-energy-kwh-of-a-single-device-with-a-power-meter-watts-over-time/>.

- [10] Kho, Dickson, (2019), *Pengertian Arus Listrik (Electric Current)*, dikutip dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-arus-listrik-electric-current/>
- [11] Kho, Dickson, (2019), *Pengertian daya listrik dan rumus untuk menghitungnya*, dikutip dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-daya-listrik-rumus-cara-menghitung/>
- [12] Kumar, M. (2012). *Electronic Energy Meter Or Electricity Meter*. <https://www.engineersgarage.com/contribution/electronic-energy-meter>
- [13] Robith, Muhammad, (2015), *Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Fasa*, <http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-induksi-1-fasa/>
- [14] Ukur dan uji, (2019), *Voltmeter-Alat Pengukur Tegangan Listrik*, dikutip dari <https://digital-meter-indonesia.com/voltmeter-alat-pengukur-tegangan-digital/>
- [15] Zuhri, M.Ridho Rohman, *Perbandingan Akurasi kWh meter Digital dan kWh Analog*, Jurusan Teknik Elektro UMS, 2017.
- [16] SPLN D3.009-1 *meter listrik prabayar*, Puslitbang PT.PLN (Persero), Jakarta. 2010.