

PENGARUH HARMONISA TERHADAP KESALAHAN PENGUKURAN ENERGI LISTRIK PADA KWH METER ANALOG/DIGITAL

Ahmad Yani

Dosen Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Harapan Medan
yani.ahmad 34@yahoo.com

Abstrak

Meteran listrik atau KWh meter merupakan alat untuk mengukur energi listrik yang sering digunakan oleh konsumen. Mengukur transaksi energi listrik menggunakan KWh meter sebaiknya kualitas energi listrik baik apabila memenuhi kriteria gelombang arus dan tegangan berupa sinusoidal murni agar tidak ada satupun pihak yang dirugikan akibat adanya kesalahan dalam proses pengukuran. umumnya di picu oleh beban non linear yang sering di pakai oleh konsumen dapat menimbulkan masalah kualitas energi listrik karena adanya harmonisa maka dapat mempengaruhi hasil pengukuran energi listrik sebenarnya. Tujuan dari penelitian ini untuk melihat dampak harmonisa terhadap kesalahan pengukuran energi listrik pada KWh Meter Analog/Digital. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin banyak beban non linier yang digunakan maka semakin besar nilai distorsi.

Kata-Kata Kunci: KWh Meter Analog - Digital, Harmonisa, Pengukuran, Energi Listrik

I. Pendahuluan

Kemajuan zaman membuat orang semakin dimudahkan dalam melakukan sesuatu meskipun untuk hal tersebut teknologi yang digunakan akan mengganggu sistem yang lainnya. Sebagai contoh beban-beban non linier seperti terbuat dari bahan semikonduktor peralatan listrik berbasis elektronik yang banyak terhubung pada sistem tenaga listrik menyebabkan arus jala-jala sistem menjadi terkontori atau terdistorsi oleh efek gelombang baru yang ditimbulkan oleh peralatan yang berbasis elektronik tersebut, sehingga arus jala-jala sistem banyak mengandung harmonisa. Tingginya tingkat kandungan arus harmonisa yang terdapat pada sistem tenaga listrik dapat menimbulkan masalah pada segi kualitas daya pada akhirnya kerugian dan kerusakan pada peralatan listrik, pada dasarnya harmonisa ini sangat penting dipelajari dan dikaji karena jika tidak ditangani, maka dampak buruk yang ditimbulkan akan semakin besar dan berpengaruh buruk terhadap kinerja peralatan kelistrikan.

Kwh meter termasuk salah satu peralatan listrik yang tidak terlepas dari pengaruh buruk yang ditimbulkan oleh adanya harmonisa pembacaan energi listrik dengan benar sangat penting untuk mendapatkan perhatian baik oleh pelanggan maupun bagi penyedia energi listrik. Kwh meter merupakan suatu peralatan ukur listrik yang digunakan untuk mengukur dan menghitung daya yang terpakai dengan input berupa arus dan tegangan dengan bentuk sinusoidal murni sehingga dengan masuknya bentuk gelombang yang ideal (sinusoidal murni) akan meningkatkan akurasi hasil pengukuran yang bagus tetapi jika bentuk gelombang input tidak lagi berbentuk sinusoidal murni akibat terjadi distorsi harmonisa maka dapat dipastikan akan terjadi kesalahan pengukuran oleh alat tersebut.

Kesalahan pengukuran oleh KWH meter dapat menimbulkan kerugian baik di sisi pelanggan maupun disisi produsen. Sebagai alat gambaran, di Indonesia sendiri dari berjuta-juta pelanggan listrik yang menggunakan KWH meter sebagai alat pengukuran transaksi daya listrik. Hal ini dapat menggambarkan berapa besar kerugian yang harus dialami jika terjadi kesalahan pengukuran oleh KWH meter akibat adanya harmonisa.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Harmonisa

Sistem tenaga listrik dirancang untuk beroperasi pada frekuensi 50Hz atau 60Hz. Akan tetapi dalam kenyataannya terdapat beberapa beban yang menyebabkan munculnya arus dan tegangan yang frekuensinya merupakan kelipatan 50 atau 60Hz. Beban tersebut dinamakan sebagai beban non linier. Sedangkan frekuensi 50 atau 60Hz disebut sebagai frekuensi fundamental dan kelipatannya disebut harmonisa atau harmonic. Harmonisa adalah distorsi periodik dari gelombang sinus arus, tegangan atau daya dengan bentuk gelombang yang frekuensinya merupakan kelipatan diluar bilangan satu terhadap frekuensi fundamental yang mana pada sistem suplai dirancang beroperasi pada 50Hz dan 60Hz.

2.1.1 Distorsi Harmonisa.

Distorsi harmonisa adalah setiap perubahan dalam bentuk sinyal yang tidak disengaja dan secara umum keberadaannya tidak diinginkan pada sistem. Harmonisa merupakan salah satu hal yang dapat menyebabkan distorsi pada bentuk gelombang fundamental tegangan dan arus. Fenomena ini timbul akibat pengaruh dari karakteristik beban non linier yang dimodelkan sebagai suatu sumber arus yang

menginjeksikan arus harmonisa kedalam sistem tenaga listrik.

2.1.2 Persamaan Harmonisa

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa frekuensi dasar suatu sistem tenaga listrik ialah 50Hz (di Indonesia). Jika terdapat harmonisa ke-2 maka gelombang tersebut mempunyai frekuensi 100Hz, harmonisa ke-3 mempunyai frekuensi 150Hz dan seterusnya.

2.1.3 Orde Harmonisa

Orde harmonisa menunjukkan komponen frekuensi tunggal yang terdapat pada gelombang campuran. Misalnya=3 menunjukkan orde harmonik ketiga dengan frekuensi yang merupakan kelipatan tiga kali dari frekuensi fundamental. Jika frekuensi fundamental adalah 50Hz, maka frekuensi orde ketiga adalah =3x50Hz=150Hz.

2.1.4 Harmonik Ganjil dan Genap

Sesuai dengan namanya bahwa harmonik ganjil ialah harmonik ke-3, ke-5, ke-7, dan seterusnya, sedangkan harmonik genap ialah harmonik ke-2, ke-4, ke-6, dan seterusnya. Harmonik ke-1 tidak termasuk hrmonik ganjil karena merupakan komponen frekuensi fundamental dari gelombang feriodik, disamping itu harmonik ke-0 adalah komponen gelombang DC atau konstan.

2.2 Proses Terjadinya Harmonisa

Fenomena harmonik pada sistem tenaga listrik pertamakali diteliti oleh Steinmetz pada tahun 1916. Ia memberi perhatian pada harmonik ke-3 yang muncul pada sistem tiga fasa. Kemunculan harmonik ke-3 tersebut disebabkan oleh kejenuhan intibesi pada trafo dan mesin-mesin listrik. Sekitar tahun 1930 – 1940 masalah harmonik ke-3 dapat teratasi dengan baik. Pada era sekarang ini penyebab munculnya harmonik sebagian besar adalah alat-alat elektronika daya.

2.3 Indeks Harmonisa

Dalam pengukuran harmonik ada beberapa istilah penting yang harus dimengerti, yaitu Root Mean Square, Individual Harmonic Distortion dan Total Harmonic Distortion (RMS, IHD dan THD).

2.3.1 Root Mean Square (RMS)

RMS dapat didefenisikan sebagai akar kuadrat rata-rata dari fungsi yang terdapat amplitudo dari fungsi berkalanya pada suatu periode.

2.3.2 Individual Harmonic Distortion (IHD)

Individual Harmonic Distortion (IHD) adalah perbandingan antara nilai RMS dari fundamental.

2.3.3 Total Harmonic Distortion

Total Harmonic Distortion (THD) adalah perbandingan antara nilai RMS dari seluruh komponen harmonik terhadap nilai RMS dari fundamental THD biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase (%THD).

2.4 Sumber-Sumber Harmonisa

Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban yaitu beban linier dan beban non linier. Beban linier adalah beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran yang linier, artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedansi perubahan tegangan. Sedangkan beban non linier adalah bentuk gelombang keluarannya tidak linier atau dengan kata lain sebanding dengan tegangan dalam setiap setengah siklus sehingga bentuk gelombang keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi).

2.5 Standar Harmonisa

Berdasarkan IEEE 519-1992: bahwa dalam menentukan standar harmonisa terdapat dua kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi distorsi harmonik, yaitu yang pertama adalah batasan harmonik untuk arus (ITHD) yang kedua adalah batasan untuk harmonisa tegangan (VTHD). Persentase (%) ITHD adalah persentase jumlah total arus yang terdistorsi oleh harmonisa terhadap frekuensi fundamentalnya. Batasan untuk harmonisa arus (ITHD) ditentukan oleh perbandingan ISC/IL, dimana ISC merupakan arus hubung singkat yang ada pada PCC (Point of Common Coupling) dan IL merupakan arus beban fundamental nominal. Berbeda dengan batasan arus, persentase batasan tegangan (VTHD) ditentukan dari besarnya tegangan sistem yang terpasang. Tabel 1, berikut memperlihatkan batasan harmonik arus untuk sistem <65Kv.

Tabel 1. Batasan Harmonik Arus untuk system 120 V sampai 65 kV

| Maximum Harmonic Current Distortion (in % off fundamental) | | | | | | |
|--|------|---------|---------|---------|------|-----------------------------------|
| Isc/IL | h<11 | 11≤h≤17 | 17≤h≤23 | 23≤h≤35 | 35≤h | Total Harmonic Distortion (THD %) |
| Individual Harmonic Distortion (IHD %) | | | | | | |
| <20 | 4,0 | 2,0 | 1,5 | 0,6 | 0,3 | 5 |
| 20-50 | 7,0 | 3,5 | 2,5 | 1,0 | 0,5 | 8 |
| 50-100 | 10,0 | 4,5 | 4,0 | 1,5 | 0,7 | 12 |
| 100-1000 | 12,0 | 5,5 | 5,0 | 2,0 | 1,0 | 15 |
| >1000 | 15,0 | 7,0 | 6,0 | 2,5 | 1,4 | 20 |

Tabel 2. Batasan Harmonik untuk Tegangan

| Maximum Distortion (%) | System Voltage | | |
|-------------------------------|----------------|-----------------|------------|
| | V ≤ 69 kV | 69 < V < 138 kV | V > 138 kV |
| Batas Harmonic Individual (%) | 3,0 | 1,5 | 1,0 |
| THD-v (%) | 5,0 | 2,5 | 1,5 |

2.6 Identifikasi Harmonisa

Untuk mengidentifikasi adanya harmonisa pada suatu sistem tenaga listrik dapat diketahui melalui langkah-langkah seperti berikut ini:

- Identifikasi Jenis Beban
Identifikasi jenis beban ialah kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui jenis beban yang dipasang oleh sumber listrik. Jika banyak peralatan yang mempunyai komponen semikonduktor atau elektronika daya, maka dapat dipastikan bahwa dalam sistem tersebut terdapat harmonisa.
- Pemeriksaan Transformator
Kegiatan pemeriksaan ini dapat dilakukan dengan cara pengecekan terhadap temperatur yang tidak normal terhadap trafo yang digunakan untuk memasok beban non linier. Arus sekunder baik phase maupun netral perlu diperiksa dengan cara membandingkan arus netral dengan arus phase pada saat beban tidak seimbang. Jika pada saat keadaan tersebut arus netral lebih besar maka dapat diperkirakan adanya triplen harmonik dan kemungkinan adanya penurunan kinerja trafo.
- Pemeriksaan Tegangan Netral-Tanah
Terjadinya arus lebih pada kawat netral (pada sistem 3 phase 4 kawat) dapat diketahui dengan melihat tegangan netral-tanah pada keadaan terbeban. Apabila tegangan yang terukur lebih besar dari 2 volt maka dapat diindikasikan bahwa terdapat harmonisa pada beban tersebut

2.7 Usaha-Usaha untuk Mengurangi Harmonisa

Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi pengaruh harmonisa dalam sistem kelistrikan cara-cara tersebut diantaranya:

- Memperbesar Kawat Netral
Setiap sistem distribusi biasanya memakai sistem 3 phase 4 kawat yang terdiri dari 3 kawat untuk masing-masing phase dan 1 kawat untuk netral. Apabila beban yang dipasang non linier dan menyebabkan harmonik maka sebaiknya kawat netral diperbesar dari ukuran standarnya dengan tujuan untuk membuang arus/panas berlebihan dalam sistem tersebut. Sama halnya pada panel-panel listrik yang sebaiknya menggunakan kawat netral yang lebih besar untuk meminimalkan pengaruh buruk dari adanya harmonisa.
- Menurunkan Kapasitas Transformator
Salah satu cara yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh buruk dari adanya harmonik yaitu dengan mengurangi kapasitas suplai daya trafo.

- Penyearah PWM
Berbeda dengan penyearah konvensional lainnya yang menarik arus berupa pulsa-pulsa pendek dengan amplitudo tinggi ataupun berupa pulsa-pulsa gelombang persegi, bahwa penyearah PWM akan menarik arus dengan gelombang yang mendekati bentuk sinusoidal sempurna. Disamping itu arus yang ditarik oleh PWM juga sefasa dengan tegangan sumbernya sehingga penyearah ini dapat dimodelkan sebagai beban resistif yang apapun jenis bebannya tidak membutuhkan kapasitor untuk perbaikan faktor daya.
Pada suatu rangkaian penyearah PWM, arus sumber digunakan sebagai sinyal umpan balik dan tegangan sumber berperan sebagai nilai referensi. Dengan cara demikian maka bentuk arus sumber akan dipaksa sama dengan bentuk tegangan. Apabila bentuk tegangan masukan berupa gelombang sinusoidal, maka bentuk arusnya pun akan sinusoidal. Akibat adanya proses switching yang terjadi, arus akan memiliki komponen-komponen frekuensi tinggi di sekitar frekuensi switching. Komponen-komponen tersebut dapat dengan mudah dihilangkan dengan menggunakan filter frekuensi tinggi yang sederhana.
- Transformator Penggeser Fasa (penyearah polifasa)
Penggunaan transformator penggeser fasa pada aplikasi penyearah polifasa merupakan salah satu cara yang ampuh untuk meminimalisir pengaruh harmonisa yang dibangkitkan oleh penyearah tersebut. Metode ini mengubah sistem tiga fasa menjadi sistem fasa banyak. Terdapat banyak konfigurasi penggeser fasa yang digunakan dalam proses penyearah dan secara umum semakin banyak fasa yang digunakan dalam proses tersebut maka semakin rendah kandungan harmonisa yang dibangkitkan.

III. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada percobaan untuk mengetahui dampak harmonisa terhadap kesalahan pengukuran KWH meter yaitu dengan cara menciptakan harmonisa pada rangkaian pengujian. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa harmonisa pada umumnya ditimbulkan oleh beban-beban non linier. Dalam kegiatan pengujian ini beban non linier yang digunakan yaitu lampu hemat energi yang mempunyai rangkaian elektronika (bahan solid state) di dalamnya. Harmonisa yang dibangkitkan dari penggunaan beban non linier tersebut selanjutnya diatur dengan melihat besarnya nilai THD (Total Harmonic Distortion) yang terukur pada PQ Analyzer.

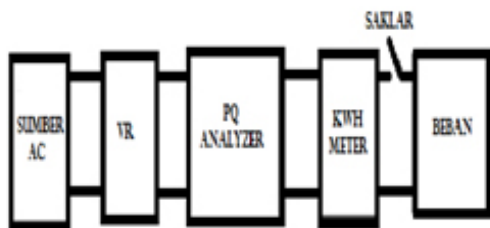
Parameter THD digunakan karena THD merupakan representasi besarnya harmonik yang ada pada suatu sistem atau suatu rangkaian.

Pengaturan beban yang menimbulkan harmonik tersebut dilakukan untuk mengetahui kecenderungan

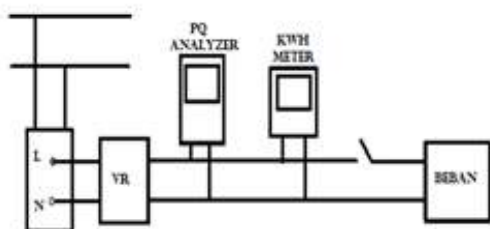
kinerja KWH meter mulai dari THD yang terkecil sampai nilai THD yang paling besar. Dengan demikian dapat diperoleh data hasil pengujian KWH meter mulai dari THD terkecil sampai yang paling besar yang nantinya di analisis dan dibuat suatu kesimpulan hasil penelitian.

3.1 Rangkaian Penelitian

Untuk mengetahui dampak harmonisa terhadap kinerja KWH meter maka dilakukan pengujian di Laboratorium dengan rangkaian pengujian sebagai berikut:

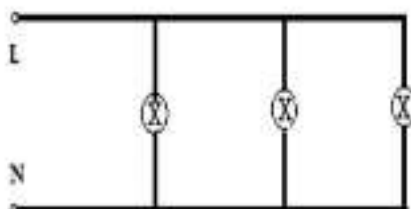


Gambar 1. Skema Rangkaian Penelitian



Gambar 2. Skema Rangkaian Penelitian

Beban yang dipasang pada rangkaian pengujian merupakan konfigurasi dari beberapa lampu pijar (LP) dan/atau lampu hemat energi (LHE) yang disusun secara paralel seperti terlihat pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Rangkaian Paralel Beban (Lampu)

Berdasarkan rangkaian penelitian (Gambar 2) di atas maka dapat dilihat pengaruh dari dampak harmonisa terhadap kinerja KWH meter analog. KWH meter dipasang pada rangkaian untuk melihat besarnya perubahan pembacaan oleh alat tersebut pada saat sebelum diberi harmonisa maupun setelah diberi harmonisa, sedangkan Power Quality Analyzer digunakan untuk mendeteksi adanya harmonik pada sistem serta memberikan informasi berupa data-data lainnya yang diperlukan untuk bahan analisis. Selain itu, PQ Analyzer juga berfungsi sebagai alat pembanding dari pengukuran

yang dilakukan oleh KWH meter.

3.2 Spesifikasi Peralatan

KWH meter merupakan komponen utama yang akan diuji dan di analisis bagaimana kinerjanya apabila terdapat harmonisa pada alat tersebut. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa KWH meter baik yang analog maupun digital merupakan alat transaksi tenaga listrik yang sudah banyak digunakan dikalangan masyarakat maupun industri. Oleh karena itu, KWH meter sangat berperan penting dalam proses pengukuran konsumsi energi yang terpakai. Dalam pengujian kali ini, KWH meter yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3. Speifikasi KWH Meter Analog

| No | Aspek | KWH meter Analog | KWH meter Digital |
|----|-------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Jenis | 1 ϕ MF-63E kelas 2 | 1 ϕ DDSY83-2 kelas 1.0 |
| 2 | Merk | Melcoin Thn 1987 | PT.Cannet Elektrik Indonesia Thn 2017 |

3.3 Power Quality Analyzer

Power Quality Analyzer merupakan peralatan yang digunakan untuk mengetahui dan mengukur besarnya harmonik pada suatu sistem. Selain itu, alat ini juga digunakan untuk mengetahui besaran-besaran lainnya yang dibutuhkan untuk kebutuhan penelitian. Penelitian kali ini menggunakan Power Quality Analyzer.

3.4 Voltage Regulator

Voltage regulator merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengatur besarnya tegangan yang masuk kedalam harmonik yang signifikan atau bahkan diharapkan tidak menimbulkan harmonik sama sekali pada rangkaian pengujian. Pemasangan voltage regulator dilakukan agar besarnya tegangan yang digunakan dalam pengukuran konstan atau paling tidak range tegangan berada pada nilai yang tidak terlalu signifikan dari angka 220Volt. Jika penelitian tidak menggunakan voltage regulator maka dikhawatirkan antara penelitian yang satu dengan penelitian yang lainnya tidak bisa dibandingkan sulit untuk diambil suatu kesimpulan karena besarnya tegangan sistem yang berubah-ubah secara signifikan. Dalam penelitian kali ini, spesifikasi dari yang digunakan yaitu voltage regulator AVS-500VAC merk HIRADA.

3.5 Beban

Pada pengujian ini beban juga merupakan salah satu hal yang penting di mana beban-beban tersebut berfungsi sebagai alat yang menggunakan energi listrik yang terukur oleh KWH meter. Dalam hal ini beban-beban yang digunakan pada penelitian ialah sebagai berikut:

- Lampu Pijar (LP):
Lampu pijar yang digunakan dalam penelitian

kali ini merupakan lampu pijar merk chiyoda masing-masing 100Watt sebanyak 2 buah.

- Lampu Hemat Energi (LHE):
Lampu hemat energi yang digunakan pada penelitian ini yaitu LHE kawachi masing-masing 20W sebanyak 10 buah LHE ini merupakan variabel yang dianggap dapat menimbulkan harmonik sehingga digunakan pada percobaan untuk menambah atau mengurangi nilai % THD.

3.6 Prosedur Penelitian

Proses penelitian dilakukan terhadap masing-masing jenis KWH dengan beban yang konstan sebesar 200Watt selama 6 jam berturut-turut. Beban yang digunakan kemudian divariasikan antara jumlah lampu pijar dan lampu hemat energi supaya besarnya beban tetap sebesar 200Watt. Hal ini dimaksudkan untuk melihat kecenderungan dampak harmonisa terhadap kinerja KWH meter yang analog maupun digital. Adapun pelaksanaan kegiatan penelitian dampak harmonisa terhadap kinerja KWH meter ini dilakukan berdasarkan prosedur penelitian dengan tahapan sebagai berikut:

1. Membuat rangkaian penelitian seperti pada gambar 3.2 serta memastikan terlebih dahulu letak fasa dan netral dari sumber tegangan AC agar rangkaian penelitian bekerja dengan baik dan terhindar dari bahaya listrik.
2. Memasang beban berupa 2 buah lampu pijar yang masing-masing 100Watt sebagai beban yang pertama kali akan diuji pengukurannya terhadap KWH meter
3. Melihat dan mencatat starting point pada masing-masing KWH Meter
4. Memberikan suplai pada rangkaian dengan cara menekan saklar menjadi “on”
5. Memberikan waktu 1 s/d 6 jam agar KWH meter dapat membaca besaran energi listrik yang terpakai.
6. Melakukan pencatatan berapa besar kecepatan putaran piringan KWH per- menit (pada KWH meter analog).
7. Melakukan pencatatan berapa besar KWH yang terpakai
8. Mencatat berapa besarnya nilai THD yang ada pada rangkaian dengan menggunakan PQ meter.
9. Jika telah selesai, mengulangi kegiatan dengan mengganti variasi beban lampu hemat energi dan/atau lampu pijar listrik yang terpakai.

3.7 Rancangan Beban

Beban yang digunakan pada pengujian ini ialah beban berupa kombinasi antara lampu pijar (LP) dan lampu hemat energi (LHE) yang masing-masing mempunyai besaran tertera 100W dan 20W. Untuk mempermudah dalam menganalisis dampak harmonisa terhadap pembacaan KWH meter, maka berikut ini tabel rancangan beban yang digunakan pada percobaan:

Tabel 4. Rancangan beban pada percobaan KWH Meter Analog dan Digital.

| Percobaan ke- | Jumlah Beban (200 Watt) | |
|---------------|-------------------------|------------|
| | LP (100 W) | LHE (20 W) |
| 1 | 2 | - |
| 2 | 1 | 5 |
| 3 | - | 10 |

IV. Hasil Pengujian Dan Analisis

4.1 Hasil Analisis Pengujian pada KWH Meter Analog dan Digital.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dalam rangka mendapatkan karakteristik pengaruh harmonisa terhadap kinerja KWH meter, baik itu jenis analog maupun digital, maka diperoleh data hasil pengujian berupa perbedaan hasil pengukuran energi (dalam satuan KWH) antara percobaan yang satu dengan yang lainnya meskipun pada dasarnya beban yang digunakan mempunyai besaran yang sama serta perlakuan yang sama pula. Kegiatan memvariasikan beban bertujuan untuk menciptakan besarnya % THD yang berbeda-beda sehingga dapat dilihat hubungan antara kecenderungan kenaikan nilai % THD yang diciptakan terhadap kinerja KWH meter yang hendak diamati. Setiap pengujian pada masing-masing KWH meter dilakukan sebanyak 3 kali sesuai dengan variasi beban yang telah dibahas pada bahan sebelumnya. Dari masing-masing pengujian diperoleh suatu data hasil pengujian yang kemudian dilakukan pengolahan data untuk dianalisis dan diambil suatu kesimpulan.

Pengolahan data difokuskan pada beberapa parameter yang memang dianggap penting untuk di analisis seperti tegangan, arus, faktor daya, daya aktif, daya reaktif, dan daya semu, ilai % THD arus dan tegangan, besarnya nilai energi yang terukur pada KWH dan PQ Analyzer, serta % THD-i terhadap besarnya kesalahan pada KWH meter yang terukur oleh PQ Analyzer, serta parameter-parameter lainnya yang dianggap penting dalam pengujian.

4.2 Analisis Tegangan

Tegangan merupakan salah satu parameter penting dalam pengujian ini. Hal ini dikarenakan tegangan merupakan komponen yang termasuk dalam perhitungan energi yang dilakukan oleh KWH meter. Pada pengujian yang dilakukan baik itu pada KWH meter analog maupun KWH meter digital sebagai berikut:

Tabel 5. Tegangan pada KWH meter Analog

| Waktu (jam) | 2 LP (Volt) | 1 LP + 5 LHE (Volt) | 10 LHE (Volt) |
|-------------|-------------|---------------------|---------------|
| 0 | 221,7 | 220,3 | 220,7 |
| 1 | 220,1 | 219,2 | 219,8 |
| 2 | 221,4 | 220,6 | 220,9 |
| 3 | 220,0 | 219,3 | 219,5 |
| 4 | 220,7 | 219,4 | 219,8 |
| 5 | 223,2 | 222,2 | 222,5 |
| 6 | 225,7 | 224,3 | 224,2 |

Tabel 6. Tegangan pada KWH meter Digital

| Waktu (jam) | 2 LP (Volt) | 1 LP + 5 LHE (Volt) | 10 LHE (Volt) |
|-------------|-------------|---------------------|---------------|
| 0 | 217,8 | 218,3 | 218,8 |
| 1 | 220,0 | 221,2 | 221,8 |
| 2 | 217,5 | 219,3 | 219,4 |
| 3 | 219,5 | 220,1 | 220,5 |
| 4 | 221,1 | 220,5 | 221,2 |
| 5 | 220,5 | 220,9 | 221,1 |
| 6 | 223,6 | 224,1 | 223,9 |

Pada kedua tabel di atas dapat dilihat bahwa besarnya nilai tegangan cenderung berubah-ubah terhadap perubahan waktu. Idealnya tegangan diharapkan konstan di 220V, namun masih terjadi fluktuasi tegangan karena sulit untuk mengendalikan besarnya tegangan yang berasal dari PLN. Pada pengujian yang dilakukan terhadap KWH meter analog, tegangan tertinggi mencapai nilai 225,9 Volt (pada variasi beban 1LP + 5LHE). Dengan demikian range tegangan yang digunakan pada pengujian KWH meter analog ialah (220 ± 4) Volt. Sedangkan terhadap pengujian yang dilakukan KWH meter digital, tegangan tertinggi mencapai nilai 224,1 volt (pada variasi beban 1LP + 5 LHE) sedangkan tegangan terendah adalah sebesar 217,5 volt (pada variasi beban 2LP). Dengan demikian range tegangan yang digunakan pada pengujian KWH meter digital ialah (220 ± 3) Volt.

4.3 Analisis Arus

Pada penelitian ini, arus juga merupakan salah satu parameter terpenting yang harus dianalisis karena besar-kecilnya arus akan berpengaruh terhadap pengukuran energi oleh KWH meter. Berikut ini tabel pengujian arus pada KWH meter analog maupun digital:

Tabel 7. Arus pada KWH meter Analog

| Waktu (jam) | 2 LP (Ampere) | 1 LP + 5 LHE (Ampere) | 10 LHE (Ampere) |
|-------------|---------------|-----------------------|-----------------|
| 0 | 1,20 | 0,95 | 0,92 |
| 1 | 1,22 | 0,96 | 0,91 |
| 2 | 1,23 | 1,01 | 0,91 |
| 3 | 1,24 | 0,98 | 0,92 |
| 4 | 1,24 | 0,99 | 0,92 |
| 5 | 1,25 | 0,98 | 0,92 |
| 6 | 1,28 | 1,02 | 0,92 |

Tabel 8. Arus pada KWH meter Digital

| Waktu (jam) | 2 LP (Ampere) | 1 LP + 5 LHE (Ampere) | 10 LHE (Ampere) |
|-------------|---------------|-----------------------|-----------------|
| 0 | 1,34 | 1,04 | 0,90 |
| 1 | 1,20 | 0,96 | 0,91 |
| 2 | 1,33 | 1,03 | 0,90 |
| 3 | 1,20 | 0,96 | 0,91 |
| 4 | 1,21 | 0,96 | 0,91 |
| 5 | 1,35 | 1,02 | 0,91 |
| 6 | 1,27 | 0,99 | 0,92 |

Berdasarkan perhitungan pada percobaan: $1 \text{ LP} + 5 \text{ LHE}$, maka $I_{in} = 1(0,45 \text{ A}) + 5(0,090 \text{ A}) = 0,9 \text{ A}$, tapi pada Tabel 7 dan 8 nilai arus bernilai 0,95;0,96;0,98;0,99;1,01;1,02;1,04 yang berarti bahwa terdapat perbedaan nilai arus dan kesalahan ini dipengaruhi oleh adanya harmonisa.

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Kinerja KWH meter dipengaruhi oleh bentuk gelombang masukan baik itu gelombang arus dan gelombang tegangannya sehingga jika bentuk gelombang mengalami distorsi maka akan terjadi kesalahan dalam proses pengukuran.
2. Berdasarkan hasil pengukuran kesalahan energi listrik oleh KWh meter Analog dan Digital dipengaruhi oleh komponen harmonik dalam sistem tersebut.
3. Semakin banyak beban jenis LHE yang digunakan pada pengujian maka besar energi listrik cenderung menjadi lebih kecil karena sifat LHE yang menggunakan daya aktif lebih rendah dibanding LP.
4. Setelah dilakukan penelitian ini dapat diketahui perbedaan yang signifikan antara kinerja KWh analog maupun digital dalam hal pengukuran energi listrik yang terdapat harmonisa di dalamnya hanya sedikit.

5.2 Saran

Untuk menstabilkan pengukuran di KWH meter analog maupun digital yang akurat seharusnya pengujian sistem kelistrikannya sebaiknya menggunakan stabilizer dan kondisi kabel pada pengujian harus diperhatikan sehingga menimbulkan rugi-rugi harmonisa akan membahayakan maka harus memperbesar kabel netral dari pada kabel fasa biar kabel tidak panas atau hubung singkat arus listrik.

Daftar Pustaka

- [1] Alamsyah, Reza Perkasa, *Analisis Pengaruh Beban Harmonisa (Lampu Hemat Energi) terhadap konduktor*, Skripsi UI.
- [2] Boromeus S.W, 2008, *Analisis Perbandingan Pembacaan KWh meter analog dengan KWh meter digital Pada Ketidak seimbangan beban*, Skripsi UI.
- [3] Dugan, Roger C, et al, 2004, *Electrical Power System Quality*, Second Edition, Mc Graw-Hill.
- [4] Irfan Kurniawan, 2012, *Analisis Pengaruh Harmonisa terhadap Penyimpangan Pengukuran Energi Listrik Pada KWh meter Analog dan Digital*, Skripsi UI.

- [5] N. Mohan, T. Undeland and W. Robbin, 2003, *Power Electronics: Converter, Applications, and Design*, New York: Willey, Hlm 486
- [6] “*Pengujian Harmonisa Pada KWh Meter Analog dan Digital*”, Jasa Pendidikan dan Latihan PLN Area Medan, PT. PLN (Persero).
- [7] Setiawan, 2007, *Kajian Pengaruh Harmonisa Terhadap Sistem Tenaga Listrik*, Jurnal Eltek Volume 5 Nomor 2, Oktober.