

## **TUGAS AKHIR**

# **PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN ARUS TERHADAP TINGKAT KEAKURASIAN ANTARA kWh METER MEKANIK 1 FASA DAN kWh METER DIGITAL 1 FASA**



Disusun dalam Memenuhi  
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S1)  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Semarang

**EKA ASTUTIYANTI**  
**NIM: C.441.18.0026**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEMARANG**  
**SEMARANG**  
**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL**

**PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN  
ARUS TERHADAP TINGKAT KEAKURASIAN ANTARA  
kWh METER MEKANIK 1 FASA DAN  
kWh METER DIGITAL 1 FASA**

NAMA : EKA ASTUTIYANTI  
NIM : C.441.18.0026

Disusun dalam memenuhi  
Syarat guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S1)  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Semarang

**TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI**  
**SEMARANG, Januari 2022**

PEMBIMBING I



**ANDI KURNIAWAN NUGROHO, S.T., M.T.**

NIS.065570030102076

PEMBIMBING II



**AGUS MAFGIANTONO, S.Si., M.T.**

NIS.065570030102039

KETUA JURUSAN TEKNIK ELEKTRO



**Dr. ARI ENDANG JAYATI S.T, M.T.**

NIS.06557003102103

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Eka Astutiyanti

NIM : C. 441.18.0026

Tanda Tangan : 

Tanggal : 10 Februari 2022



## ABSTRAK

Nama : Eka Astutiyanti  
NIM : C.441.18.0026  
Judul : PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN ARUS TERHADAP TINGKAT KEAKURASIAN ANTARA kWh METER MEKANIK 1 FASA DAN kWh METER DIGITAL 1 FASA

Meter kWh digunakan sebagai alat ukur untuk menghitung besarnya energi listrik yang dikonsumsi konsumen. Fenomena jatuh tegangan dan kebocoran arus pada alat-alat elektronik yang digunakan mengakibatkan terjadinya kesalahan pengukuran jumlah energi listrik yang terukur. Kesalahan pengukuran dapat mempengaruhi tingkat keakurasian pada kWh meter dan mempengaruhi jumlah tagihan dalam pemakaian listrik oleh konsumen.

Pengujian kWh meter menggunakan metode perbandingan waktu berdasarkan acuan Syarat Teknis Pengujian kWh Meter Nomor 161 Tahun 2019 dilakukan untuk memperoleh tingkat keakurasian kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa. Meter kWh yang digunakan sebanyak 2 buah yaitu meter kWh mekanik 1 fasa dan meter kWh digital 1 fasa sebagai alat uji. Standar yang digunakan dalam pengujian berupa 1 buah *test bench* meter kWh. Pengujian dilakukan dengan variasi tegangan yang berbeda-beda yaitu 240 V, 230 V, 207 V, dan 150 V serta nilai arus yang berbeda-beda yaitu 0,25A; 0,5A; 1A; 2,5A; and 5A.

Hasil pengujian terhadap meter kWh mekanik 1 fasa semakin besar nilai tegangan dan arus yang diberikan maka tingkat keakurasian semakin besar, yaitu pada arus 0,25A dan tegangan 150 V tingkat akurasi yang diperoleh adalah 98,031% sedangkan pada arus 5A dan tegangan 230 V tingkat akurasi yang diperoleh adalah 99,940 %. Hasil pengujian terhadap meter kWh digital 1 fasa adalah semakin besar nilai tegangan dan arus yang diberikan maka tingkat keakurasian semakin kecil, yaitu pada arus 0,25A dan tegangan 150 V tingkat akurasi yang diperoleh adalah 99,394%, sedangkan pada arus 5A dan tegangan 240 V tingkat keakurasian yang diperoleh adalah 99.144 %.

**Kata kunci:** meter kWh mekanik 1 fasa, meter kWh digital 1 fasa, *test bench* meter kWh, variasi tegangan dan arus.

Dosen Pembimbing I



**ANDI KURNIAWAN NUGROHO, S.T., M.T.**

NIS.065570030102076

Dosen Pembimbing II



**AGUS MARGIANTONO, S.Si., M.T.**

NIS.065570030102039

## **ABSTRACT**

**Name** : Eka Astutiyanti  
**SIN** : C.441.18.0026  
**Title** : **COMPARISON THE EFFECT OF VOLTAGE AND CURRENT VARIATION ON ACCURACY LEVEL BETWEEN 1 PHASE MECHANICAL kWh METER AND 1 PHASE DIGITAL kWh METER**

*The kWh meter is used as a measuring tool to calculate the amount of electrical energy consumed by consumers. The phenomenon of voltage drops and leakage currents on electronic devices used results in an error in measuring the amount of electrical energy measured. Measurement errors can affect the level of accuracy of the kWh meter and affect the amount of bills in electricity consumption by consumers.*

*The kWh meter test uses a time comparison method based on the reference to the Technical Terms. The kWh Meter Test Number 161 of 2019 is carried out to obtain the level of accuracy of the 1-phase mechanical kWh meter and 1-phase digital kWh meter. There are 2 kWh meters used, namely a 1-phase mechanical kWh meter and a 1-phase digital kWh meter as a test tool. The standard used in the test is 1 kWh test bench meter. The test was carried out with different variations in the middle, 240 V, 230 V, 207 V, and 150 V and different current values, 0,25A; 0,5A; 1A; 2,5A; and 5A.*

*The test results on a single-phase mechanical kWh meter, the greater the value of the voltage and current given, the greater level of accuracy, at a current of 0,25A and a voltage of 150 V the accuracy level obtained is 98.031% and at a current of 5A and a voltage of 230 V the accuracy obtained is 99.940 %. The test results on a single-phase digital kWh meter are the greater the value of the voltage and current given, the lower the level of accuracy, namely at a current of 0,25A and a voltage of 150 V, the accuracy obtained is 99.394% and at a current of 5A and a voltage of 240 V. the level of accuracy obtained is 99.144%.*

**Keywords:** *Time comparison method, voltage and current variation, accuracy level*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Esa atas limpahan rahmat, hidayah dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Jenjang Pendidikan Sarjana (S-1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Semarang.

Dengan selesainya Laporan Tugas Akhir ini yang tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Supari, S.T, M.T., selaku Rektor Universitas Semarang
2. Bapak Purwanto, ST, M.Eng., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Semarang.
3. Ibu Dr. Ary Endang Jayanti, S.T, M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Semarang.
4. Bapak Andi Kurniawan Nugroho, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, saran, dan bimbingan materi serta berbagai kemudahan yang memungkinkan dalam terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Agus Margiantono, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, saran, dan bimbingan materi serta berbagai kemudahan yang memungkinkan dalam terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Harmini, S.T., M.Eng., sebagai Dosen Wali di Universitas Semarang
7. Orang tua penulis Bapak H. Pardino dan Ibu Hj. Suhiryati (Almh) yang selalu mendoakan keberhasilan penulis.
8. Suami penulis Aditya Galuh Prakoso dan anak, Narendra Ghiyats Fawwaz yang selalu support, mendukung dan mendoakan penulis.
9. Adik kandung penulis Dwi Fadhil Yanto, yang selalu mendukung dan mendoakan penulis
10. Seluruh pegawai UPTD Metrologi Legal Kota Semarang

11. Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak sempurna sebagaimana yang diharapkan, untuk itu saran dan kritik sangat diharapkan demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk para akademisi, praktisi, maupun untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Akhir kata penulis mohon maaf atas kekurangan dan kesalahan yang ada pada penyusunan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua terutama bagi pihak yang berkepentingan.

Semarang, Januari 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Metodologi Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Meter kWh Mekanik.....	8
2.1.1. Bagian-Bagian Meter kWh Mekanik.....	9
2.1.2. Prinsip Kerja Meter kWh Mekanik.....	14
2.2. Meter kWh Digital.....	16
2.2.1. Prinsip Kerja Meter kWh Digital.....	17
2.3. Tegangan.....	17

2.4.	Arus Listrik .....	19
2.4.1.	Arus Listrik Searah ( <i>Direct Current / DC</i> ) .....	20
2.4.2.	Arus Listrik Bolak-Balik ( <i>Alternating Current/AC</i> ) .....	20
2.5.	Tingkat Keakurasian .....	21
2.6.	<i>Test Bench kWh Meter</i> .....	22
2.6.1.	Bagian-Bagian Test Bench kWh Meter .....	23
2.7.	Batas Kesalahan Yang Diizinkan (BKD) .....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1.	Lokasi Pengujian.....	30
3.2.	Metode Pengujian .....	30
3.3.	Alat-Alat Pengujian .....	30
3.4.	Penentuan Titik Uji .....	33
3.5.	Persiapan Pengujian .....	34
3.6.	Prosedur Pengujian .....	34
BAB IV HASIL DAN ANALISA .....		39
4.1.	Hasil Pengujian kWh Meter Mekanik .....	39
4.1.1.	Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 240 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	39
4.1.2.	Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 230 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	42
4.1.3.	Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 220 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	45
4.1.4.	Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 207 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	48
4.1.5.	Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 150 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	51

4.1.6. Hasil Pengujian Keseluruhan Variasi Tegangan dan Arus Terhadap <i>Error</i> dan Tingkat Akurasi.....	54
4.2. Pembahasan Hasil Pengujian kWh Meter Mekanik .....	60
4.3. Hasil Pengujian kWh Meter Digital.....	61
4.3.1. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 240 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	62
4.3.2. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 230 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	65
4.3.3. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 220 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	68
4.3.4. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 207 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	71
4.3.5. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 150 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A .....	74
4.3.6. Hasil Pengujian Keseluruhan Variasi Tegangan dan Arus Terhadap <i>Error</i> dan Tingkat Akurasi .....	77
4.4. Pembahasan Hasil Pengujian kWh Meter Digital.....	83
4.5. Perbandingan Tingkat Akurasi Meter kWh Mekanik 1 fasa dan Meter Digital 1 Fasa.....	84
BAB V PENUTUP.....	86
5.1. Kesimpulan .....	86
5.2. Saran .....	86
DAFTAR PUSTAKA .....	88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Meter kWh Mekanik .....	9
Gambar 2.2 Kumparan arus .....	10
Gambar 2.3 Kumparan tegangan.....	10
Gambar 2.4 Elemen putar .....	11
Gambar 2.5 Elemen pengerem.....	12
Gambar 2.6 Elemen penghitung dan Roda gigi .....	12
Gambar 2.7 Terminal arus dan tegangan .....	13
Gambar 2.8 Peralatan kompensasi dan penyetel.....	13
Gambar 2.9 Prinsip Kerja kWh Meter Mekanik .....	14
Gambar 2.10 Meter kWh Digital .....	16
Gambar 2.11 Grafik Perubahan Arus Searah terhadap Waktu .....	20
Gambar 2.12 Grafik Perubahan Arus Bolak-Balik terhadap Waktu.....	21
Gambar 2.13 Grafik Keakurasian .....	21
Gambar 2.14 <i>Test Bench kWh Meter</i> .....	23
Gambar 2.15 Tuas Penghubung atau Pemutus Aliran Listrik.....	24
Gambar 2.16 Terminal Pengujian .....	24
Gambar 2.17 Sensor .....	25
Gambar 2.18 <i>Display</i> .....	25
Gambar 2.19 Tombol Pengatur Nilai Arus .....	26
Gambar 2.20 Tombol Pengatur Parameter.....	26
Gambar 2.21 Tombol Pengatur Jumlah Putaran .....	27
Gambar 2.22 Tombol Pengatur Sudut Fasa .....	27
Gambar 2.23 Tombol Perintah.....	28
Gambar 2.24 <i>Display Indicator</i> .....	28
Gambar 3.1 <i>Test Bench kWh Meter Standar Hsiangcheng</i> .....	31
Gambar 3.2 Tombol Menu pada Test Bench Meter kWh.....	31
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengujian .....	36
Gambar 4.1 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 240 V .....	40
Gambar 4.2 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 230 V .....	43

Gambar 4.3 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 220 V .....	45
Gambar 4.4 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 207 V .....	48
Gambar 4.5 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 150 V .....	51
Gambar 4.6 Grafik Tegangan Terhadap Nilai <i>Error</i> .....	56
Gambar 4.7 Grafik Tegangan Terhadap Tingkat Akurasi .....	57
Gambar 4.8 Grafik Arus Terhadap Nilai <i>Error</i> .....	58
Gambar 4.9 Grafik Arus Terhadap Tingkat Akurasi .....	59
Gambar 4.10 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 240 V .....	62
Gambar 4.11 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 230 V .....	65
Gambar 4.12 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 220 V .....	69
Gambar 4.13 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 207 V .....	71
Gambar 4.14 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 150 V .....	74
Gambar 4.15 Grafik Tegangan Terhadap Nilai Error .....	79
Gambar 4.16 Grafik Tegangan Terhadap Tingkat Akurasi .....	80
Gambar 4.17 Grafik Arus Terhadap Nilai Error .....	81
Gambar 4.18 Grafik Arus Terhadap Tingkat Akurasi .....	82

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. FOTO-FOTO PENGUJIAN.....	91
LAMPIRAN B. CERAPAN PENGUJIAN METER kWh Mekanik.....	95
LAMPIRAN C. CERAPAN PENGUJIAN METER kWh Digital.....	96
LAMPIRAN D. SERTIFIKAT <i>TEST BENCH</i> METER kWh.....	97

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Kesalahan Yang Diizinkan.....	29
Tabel 4.1 Hasil Pengujian pada Tegangan 240V dengan Variasi Arus .....	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Tegangan 230V dengan Variasi Arus .....	43
Tabel 4.3 Hasil Pengujian pada Tegangan 220V dengan Variasi Arus .....	46
Tabel 4.4 Hasil Pengujian pada Tegangan 207V dengan Variasi Arus .....	49
Tabel 4.5 Hasil Pengujian pada Tegangan 150V dengan Variasi Arus .....	52
Tabel 4.6 Pengaruh Variasi Tegangan dan Arus Terhadap <i>Error</i> dan Tingkat Akurasi .....	55
Tabel 4.7 Hasil Pengujian pada Tegangan 240V dengan Variasi Arus .....	63
Tabel 4.8 Hasil Pengujian pada Tegangan 230V dengan Variasi Arus .....	66
Tabel 4.9 Hasil Pengujian pada Tegangan 220V dengan Variasi Arus .....	68
Tabel 4.10 Hasil Pengujian pada Tegangan 207V dengan Variasi Arus .....	72
Tabel 4.11 Hasil Pengujian pada Tegangan 150V dengan Variasi Arus .....	75
Tabel 4.12 Pengaruh Variasi Tegangan dan Arus Terhadap <i>Error</i> dan Tingkat Akurasi .....	78

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Dapat dikatakan bahwa pada setiap lini kehidupan manusia membutuhkan energi listrik mulai dari individu, rumah tangga, industri dan pemerintahan. Peralatan elektronik seperti TV, kulkas, mesin cuci, peralatan industri seperti mesin – mesin produksi, serta peralatan kantor seperti *PC, printer, fax* membutuhkan energi listrik agar dapat digunakan.

Di Indonesia, pihak yang diberi wewenang untuk mengelola energi listrik adalah Perusahaan Listrik Negara (PLN). PT.PLN (Persero) melakukan pengelolaan energi listrik yang meliputi kegiatan pembangkitan, penyaluran, distribusi tenaga listrik, perencanaan dan pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik. Dalam kegiatannya melakukan pengelolaan energi listrik dari pembangkitan, transmisi hingga distribusi ke konsumen sistem pengukuran yang benar mutlak diperlukan.

Meter kWh digunakan sebagai alat ukur untuk menghitung besarnya energi listrik yang dikonsumsi konsumen. Pada meter kWh mekanik penunjukan pembacaan meter kWh (*register*) dijadikan sebagai dasar penentuan tarif yang dikenakan pada konsumen, sedangkan pada meter kWh digital penggunaan daya listrik dihitung melalui program yang dirancang pada mikrokontroler. Pemantauan energi listrik merupakan proses manajemen energi listrik yang sangat penting dalam perolehan efisiensi dan penghematan pemakaian energi listrik untuk jangka panjang. (R, Nataliani, dkk. 2014).

Menurut Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 67 Tahun 2018 tentang Alat-alat Ukur, Takar, Timbang dan Perengkapannya (UTTP) yang Wajib Ditera dan Ditera Ulang, meter kWh termasuk dalam UTTP yang wajib ditera dan ditera ulang. Proses tera/tera ulang kWh meter dilakukan melalui proses pengujian kWh meter terhadap standar. Tujuan dari tera/tera ulang kWh ini adalah untuk menentukan apakah tingkat keakurasian kWh meter tersebut masih baik atau tidak. Metode pengujian kWh meter ini diatur dalam Keputusan Direktur Jenderal Perlindungan Konsumen dan Tertib Niaga Kementerian Perdagangan Republik Indonesia Nomor 161 Tahun 2019 tentang Syarat Teknis Meter kWh.

Berdasarkan SPLN 1:1995 tentang tegangan-tegangan standar besaran variasi tegangan pelayanan ditetapkan maksimum +5% minimum -10 % terhadap tegangan nominal. Namun, kenyataan di lapangan sering terjadi jatuh tegangan yaitu besarnya tegangan yang hilang dalam suatu penghantar. Jatuh tegangan sering terjadi terutama ketika konsumsi penggunaan energi listrik pada beban puncak yaitu diantara pukul 18.00 – 23.00 WIB dimana fenomena jatuh tegangan tersebut mengakibatkan tegangan yang diterima konsumen kurang dari tegangan yang seharusnya. Di sisi lain fenomena jatuh tegangan juga mengakibatkan besarnya tegangan yang melalui meter kWh kurang dari tegangan yang diizinkan sehingga dikhawatirkan terjadi kesalahan pengukuran jumlah energi listrik yang terukur oleh meter kWh tersebut.

Selain itu adanya kebocoran arus pada alat-alat elektronik yang digunakan juga dapat menyebabkan terjadinya kesalahan pengukuran jumlah energi listrik yang terukur oleh meter kWh tersebut. Adanya kebocoran listrik ini dapat

menyebabkan beberapa kerugian, diantaranya yaitu melonjaknya tagihan listrik bulanan atau penggunaan pulsa listrik yang terbilang boros meski tidak menggunakan banyak perangkat elektronik dalam jangka waktu yang lama. Kebocoran listrik tersebut dapat diketahui ketika *bargainser* atau yang sering dikenal dengan meteran listrik, terus mendeteksi adanya listrik yang mengalir meskipun tidak ada penggunaan alat elektronik. (E.W, Andrian, dkk. 2018).

Kesalahan pengukuran dapat mempengaruhi tingkat keakurasian pada kWh meter dan mempengaruhi jumlah tagihan dalam pemakaian listrik oleh konsumen, baik tagihan semakin membesar atau semakin berkurang. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN ARUS TERHADAP TINGKAT KEAKURASIAN ANTARA kWh METER MEKANIK 1 FASA DAN kWh METER DIGITAL 1 FASA”.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah pada tugas akhir ini adalah bagaimana perbandingan tingkat keakurasian pada kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa akibat variasi tegangan dan arus.

## **1.3. Tujuan dan Manfaat**

Tujuan tugas akhir ini adalah mengetahui perbandingan tingkat keakurasian pada kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa akibat variasi tegangan dan arus

Manfaat dari tugas akhir ini adalah menambah pengetahuan bagi masyarakat mengenai pengaruh variasi tegangan dan arus terhadap tingkat

keakuratan meter kWh yang dapat mempengaruhi jumlah tagihan dalam pemakaian listrik oleh konsumen.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Pengujian meter kWh hanya dilakukan pada kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa
2. Variasi tegangan yang digunakan dalam pengujian adalah 240 V, 220 V, 230 V, 207 V, dan 150 V
3. Variasi arus input yang digunakan dalam pengujian adalah 0,25 A; 0,5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A
4. Parameter frekuensi dan nilai cos phi yang digunakan adalah 50 Hz dan 1.
5. Metode pengujian yang digunakan berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perlindungan Konsumen dan Tertib Niaga Kementerian Perdagangan Republik Indonesia Nomor 161 Tahun 2019 tentang Syarat Teknis Meter kWh.

#### **1.5. Metodologi Penelitian**

Penyusunan tugas akhir ini menggunakan beberapa metodologi, yaitu:

1. Studi Literatur  
Metode ini digunakan untuk mempelajari referensi sumber-sumber pustaka sebagai bahan panduan untuk metode selanjutnya.
2. Metode penelitian eksperimental, yaitu metode penelitian yang dilakukan dengan cara melakukan sebuah percobaan untuk mengetahui hubungan sebab akibat yang tercipta dalam sebuah variabel dan dibandingkan dengan variabel lain.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah:

### **BAB I PENDAHULUAN**

BAB I berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

BAB II berisi mengenai *review* terhadap teori yang terdapat pada literature tertentu yang relevan, kWh meter mekanik, kWh meter digital, kelistrikan, tingkat keakurasian, dan *test bench* kWh meter.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

BAB III berisi mengenai prosedur pengujian kWh meter mekanik dan kWh meter digital.

### **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

BAB IV berisi mengenai hasil pengujian variasi tegangan dan arus pada kWh meter mekanik dan kWh meter digital, serta analisa dan pembahasan hasil pengujian.

### **BAB V PENUTUP**

BAB V berisi mengenai kesimpulan dan saran.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Berkaitan dengan penyusunan tugas akhir yang dilakukan, ada beberapa penelitian dan jurnal yang menjadi acuan dalam penyusunan tugas akhir ini. Berdasarkan Syarat Teknis meter kWh (Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.2019) meter kWh adalah meter yang digunakan untuk mengukur energi listrik aktif secara terus menerus dengan cara mengintegrasikan daya terhadap waktu dan menyimpan hasilnya. Meter kWh mekanik adalah meter kWh yang dilengkapi dengan kumparan arus tetap dan berinteraksi dengan arus induksi pada elemen penghantar bergerak berupa piringan, yang pergerakannya sebanding dengan energi yang terukur.

Penelitian terkait telah dilakukan peneliti sebelumnya. Jayyid, UL (Jayyid. 2016) telah menganalisis kWh meter Prabayar dan kWh meter Pasca Bayar di PT. PLN. Metode yang digunakan penggunaan kWh meter digital (pascabayar/prabayar) jauh lebih baik tingkat ketelitian ukurnya dibandingkan kWh Meter Analog (Konvensional). Pemakaian kWh Meter Analog (Konvensional) Pascabayar dapat merugikan konsumen karena banyaknya yang mempengaruhi kesalahan mulai dari kerja alat maupun petugas pencatatan meter.

Panuntun, MP (Panuntun, MP.2018) meneliti tentang pengujian ketelitian kWh meter analog dan kWh meter digital menggunakan beban induktif. Faktor yang menjadi penyebab kesalahan baca kWh meter dikarenakan kualitas tegangan yang berubah-ubah, merk kWh meter yang berbeda-beda sehingga menyebabkan hasil ketelitian dari tiap kWh meter yang berbeda-beda.

Gunawan, Dendi, dkk (Gunawan, Dendi, dkk. 2018) meneliti tentang studi komparasi kWh meter pascabayar dengan kWh meter Prabayar tentang akurasi pengukuran terhadap tarif listrik yang bervariasi. kWh meter Prabayar mempunyai tingkat ketelitian yang lebih tinggi daripada kWh meter pascabayar.

Darma, Surya, dkk (Darma, Surya, dkk. 2019) meneliti tentang studi sistem peneraan kWh meter. Suatu alat meter kWh sebelum digunakan secara komersil, maka haruslah dilakukan peneraan terhadap alat ukur meter kWh tersebut, hal ini dilakukan untuk mengetahui kebaikan kerja dari suatu alat meter kWh tersebut ataupun untuk menentukan tingkat ketelitian dari alat ukur meter kWh tersebut.

Indahsari, AN, dkk (Indahsari, AN, dkk. 2020) meneliti tentang analisis perbandingan *error* uji *pulse* dan uji *register* meter kWh semi elektronika fasa fasa tunggal metode waktu. Pengujian meter kWh akan lebih baik apabila didukung dengan alat otomatis pembaca pulsa dan waktu.

Pada tugas akhir kali ini akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh variasi tegangan dan arus terhadap tingkat akurasi antara kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa. Pengujian akan dilakukan menggunakan metode perbandingan waktu antara 1 buah kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa sebagai alat uji dan *test bench* kWh meter sebagai standar uji. Keputusan Direktur Jenderal Perlindungan Konsumen dan Tertib Niaga Kementerian Perdagangan Republik Indonesia Nomor 161 Tahun 2019 tentang Syarat Teknis Meter kWh digunakan sebagai acuan dalam pengujian. Pengujian kWh meter dilakukan dalam beberapa variasi tegangan dan arus yang telah ditentukan.

Variasi tegangan dan arus digunakan sebagai variabel untuk menentukan tingkat akurasi kWh meter uji. Pengujian kWh meter akan menghasilkan nilai *error* yang digunakan untuk memperoleh tingkat keakurasian pada kWh meter mekanik dan kWh meter digital. Nilai tingkat keakurasian dari masing-masing kWh selanjutnya akan dianalisis sehingga diperoleh perbandingan nilai tingkat keakurasian antara kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa.

### **2.1. Meter kWh Mekanik**

Menurut Surya Darma, dkk (Darma, Surya. 2019) meter kWh adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur besarnya energi aktif dalam satuan kilowatt-jam berdasarkan prinsip induksi. Alat ini bekerja menggunakan metode induksi medan magnet di mana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Putaran piringan tersebut akan menggerakkan pencacah digit sebagai tampilan jumlah kWhnya. (Tharo, Zuraida.2017).

Meter kWh menghitung jumlah kerja listrik dalam waktu tertentu. Meter kWh mekanik bekerja atas dasar prinsip induksi, yaitu interaksi antara induksi dari elemen penggerak dengan arus yang ditimbulkan pada piringan. Momen putar yang timbul pada piringan ini diteruskan oleh poros yang dipasangkan pada tengah-tengah piringan.

Magnet permanen yang ada digunakan untuk mempertahankan atau memelihara kecepatan piringan. Gigi perpindahan dan *counter* berfungsi untuk mencatat putaran yang dihasilkan poros dan tercatat sebagai energi yang dikonsumsi. Gambar 2.1 di bawah ini merupakan contoh meter kWh mekanik yang sering dijumpai.



**Gambar 2.1 Meter kWh Mekanik**

(Sumber: Dendi. 2018)

### 2.1.1. Bagian-Bagian Meter kWh Mekanik

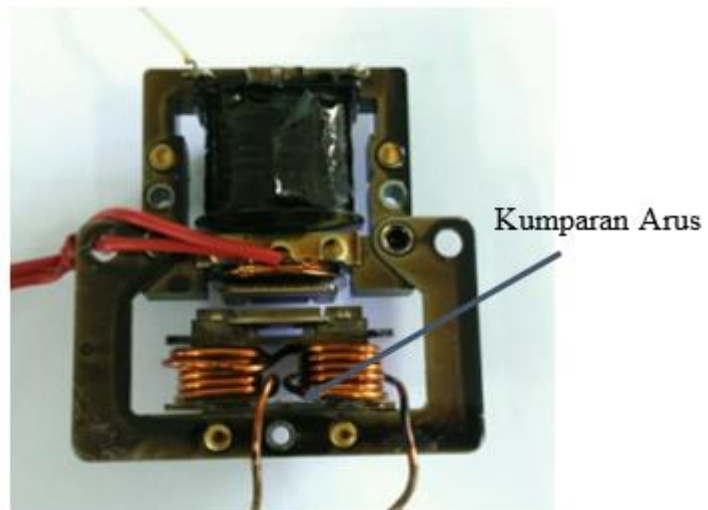
Meter kWh mekanik terdiri dari beberapa elemen yang menjadi dasar prinsip kerja meter kWh mekanik, yaitu:

#### a. Elemen Penggerak

Elemen penggerak adalah bagian meter yang menghasilkan torsi penggerak akibat adanya interaksi antara fluks magnetis dengan arus yang diimbaskan pada piringan meter. Secara umum elemen ini terdiri dari rangkaian elektromagnetik dengan alat alat kendalinya. Elemen ini terdiri dari kumparan arus dan kumparan tegangan.

#### 1. Kumparan Arus

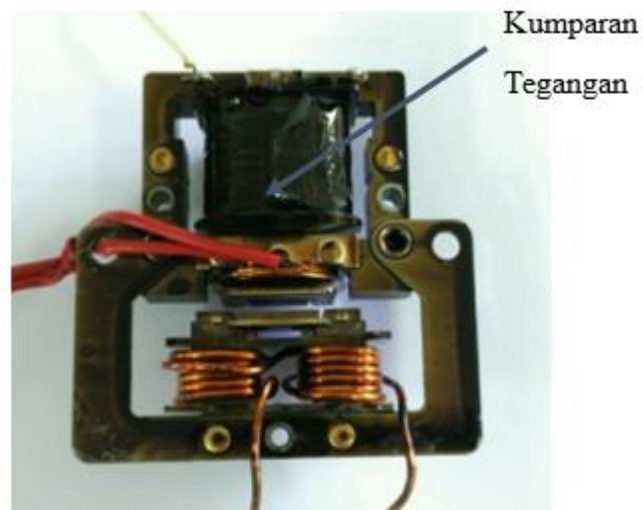
Kumparan dihubungkan secara seri dengan beban. Jika pada kumparan dialiri arus (ada beban), maka terbentuk medan magnet yang menimbulkan fluks magnet



**Gambar 2.2 Kumparan arus**

2. Kumparan Tegangan

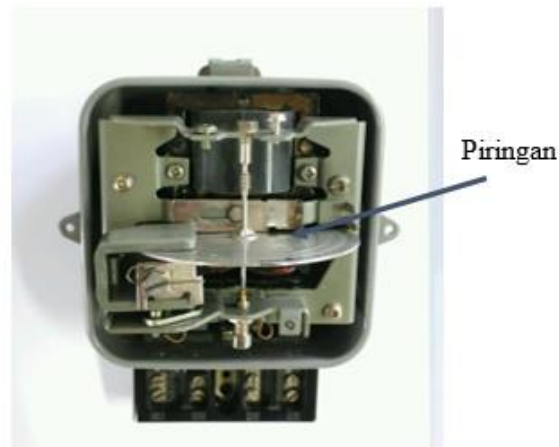
Kumparan dihubungkan secara paralel dengan tegangan. Jika pada kumparan diberi tegangan, maka terbentuk medan magnet yang menimbulkan fuks magnet



**Gambar 2.3 Kumparan tegangan**

b. Elemen Putar

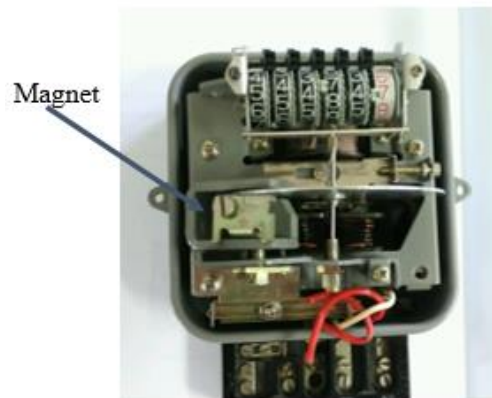
Elemen putar adalah elemen meter yang bergerak tempat berinteraksinya fluksi magnetik dari belitan tetap dengan fluksi magnetik dari elemen rem dan yang mengoperasikan register termasuk alat pembangkit pulsa. Bagian ini berupa piringan yang dibuat dari bahan konduktor. Pada bagian tengah piringan dipasangkan sebuah poros yang ditumpu oleh dua buah bantalan. Salah satu bantalannya dapat diatur. Pada poros tersebut ditempatkan roda gigi



**Gambar 2.4 Elemen putar**

c. Elemen Pengerem

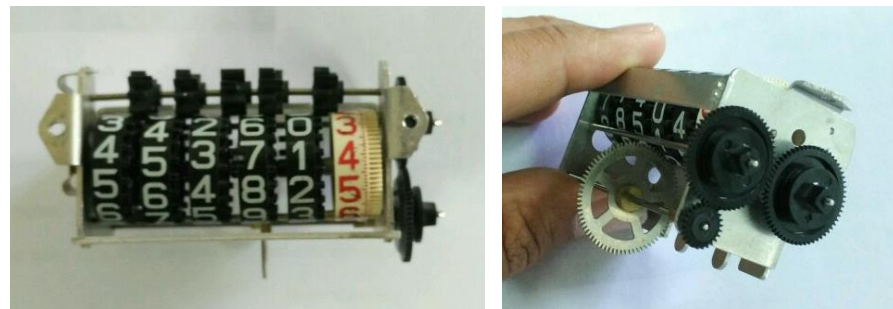
Elemen pengerem adalah bagian meter yang menghasilkan torsi peredam akibat adanya interaksi antara fluksi magnetisnya dengan arus yang diimbaskan pada piringan meter. Bagian ini terdiri dari sebuah magnet atau lebih dengan alat pengaturnya. Elemen ini berupa magnet permanen yang berbentuk ladam. Penempatannya mengapit piringan (yang terbuat dari bahan konduktor) dan biasanya berseberangan dengan elemen penggerak



**Gambar 2.5 Elemen pengerem**

d. Elemen Penghitung

Elemen penghitung adalah bagian meter yang menghasilkan suatu keluaran yang proporsional dengan besarnya energi terukur. Bagian ini merupakan seperangkat roda gigi yang disusun sedemikian rupa dan dihubungkan dengan roda gigi yang terdapat pada poros piringan. Pada bagian ini juga terdapat rol angka yang tersusun secara berderet



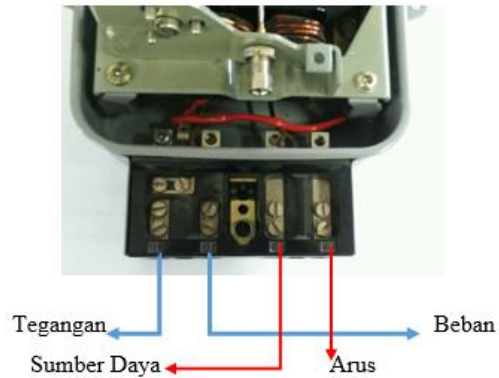
**Gambar 2.6 Elemen penghitung dan Roda gigi**

e. Terminal

Bagian ini terdiri dari 4 bagian:

1. Terminal arus
2. Terminal tegangan
3. Terminal Sumber Daya

#### 4. Terminal Beban



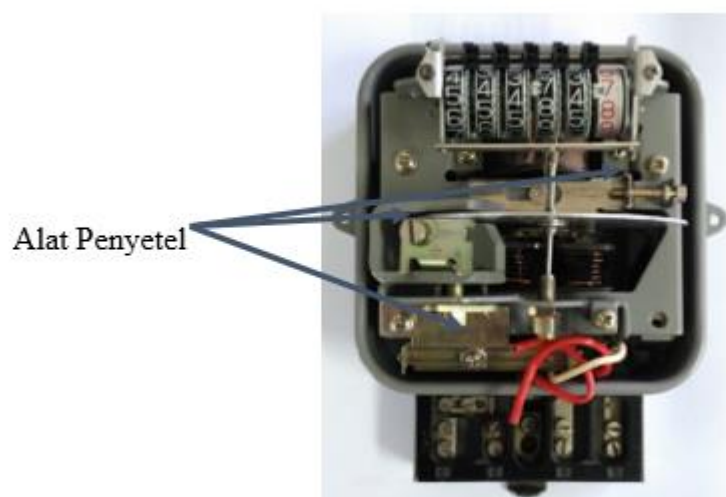
**Gambar 2.7 Terminal arus dan tegangan**

#### f. Peralatan Kompensasi dan Penyetel

Peralatan ini dibuat untuk menyetel kecepatan putar dari piringan agar alat ukur tersebut mengukur energi listrik dengan benar

Alat penyetel terdiri dari:

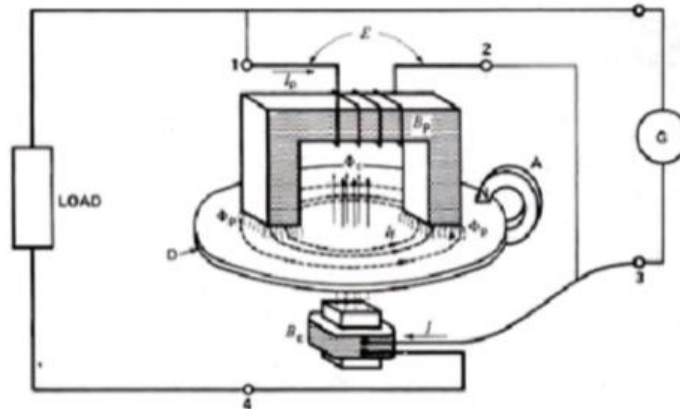
1. Alat beban maksimum (magnet permanen)
2. Penyetel beban rendah (pergeseran cincin penghalang fluks)
3. Penyetel beban kosong (membelokkan fluks atau lubang pada piringan)



**Gambar 2.8 Peralatan kompensasi dan penyetel**

### 2.1.2. Prinsip Kerja Meter kWh Mekanik

Meter kWh mekanik bekerja berdasarkan prinsip induksi, yaitu piringan (*disk*) yang berputar pada sumbunya karena berada di antara dua kumparan tetap yang dialiri arus bolak balik. Secara umum prinsip kerja meter kWh mekanik dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.9 Prinsip Kerja kWh Meter Mekanik**

(Sumber: Jayyid, 2016)

Kumparan arus dihubungkan secara seri dengan sumber arus dan kumparan tegangan dihubungkan secara paralel dengan sumber tegangan. Arus beban  $I$  menghasilkan fluks bolak balik  $\Phi_c$ , yang melewati piringan aluminium dan menginduksinya, sehingga menimbulkan tegangan dan eddy current. Kumparan tegangan  $B_p$  juga menghasilkan fluks bolak-balik  $\Phi_p$  yang memintas arus  $I_f$ . Karena itu piringan mendapat gaya, dan resultan dari torsi membuat piringan berputar.

Torsi sebanding dengan fluks  $\Phi_p$  dan arus  $I_f$  serta harga cosinus dari sudut antaranya. Karena  $\Phi_p$  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. (Salahudin. 2016)

Pada piringan terdapat sumbu yang dihubungkan dengan susunan roda gigi yang dapat memutar deretan/ rol angka pada register. Register ini merupakan alat penunjuk jumlah energi yang terhitung. Selain itu pada piringan meter kWh terdapat suatu garis penanda (biasanya berwarna hitam atau merah). Garis ini berfungsi sebagai indikator putaran piringan. Pada umumnya 1 kWh setara dengan 900 putaran, namun hal tersebut tergantung dengan spesifikasi masing-masing meter kWh.

Secara umum perhitungan untuk daya listrik dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu:

$$S \text{ (VA)} = V \cdot I \dots\dots\dots(2.1)$$

$$Q \text{ (VAR)} = V \cdot I \sin \varphi \dots\dots\dots(2.2)$$

$$P \text{ (Watt)} = V \cdot I \cos \varphi \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

S = Daya Semu (VA)

Q = Daya Reaktif

P = Daya Aktif

V = tegangan (V)

I = arus (A)

$\sin \varphi$  = faktor reaktif

$\cos \varphi$  = faktor daya

Dari ketiga daya tersebut yang terukur pada meter kWh adalah daya aktif, yang dinyatakan dengan satuan Watt. Sedangkan daya reaktif dapat diketahui besarnya dengan menggunakan alat ukur Var Meter. Untuk pemakaian pada rumah, biasanya hanya digunakan meter kWh.

## 2.2. Meter kWh Digital

Meter kWh digital merupakan alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur besarnya energi aktif dalam satuan kilowatt-jam dimana perhitungan energi dilakukan secara elektrik melalui sebuah mikrokontroler yang terdapat pada kWh meter tersebut. Meter kWh digital melakukan pengukuran listrik dengan menerapkan sensor khusus. Meter kWh digital terdiri dari 2 jenis, yaitu:

1. Meter kWh digital pascabayar, yaitu meter kWh yang mempunyai prinsip kerja dengan cara menghitung jumlah tegangan impuls yang telah ditentukan faktor kalinya untuk mendapatkan harga 1 kWh.
2. Meter kWh digital prabayar, yaitu meter kWh yang dilengkapi dengan display informasi,  *keypad*  untuk memasukkan angka kode token/Stroom atau perintah lainnya.

Gambar 2.2 di bawah ini merupakan contoh dari meter kWh digital.



**Gambar 2.10 Meter kWh Digital**

(Sumber: Dendi. 2018)

### **2.2.1. Prinsip Kerja Meter kWh Digital**

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. (JJackson, dkk. 2021)

Meter kWh digital dilengkapi dengan sensor dan mikrokontroler. Sensor yang digunakan berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur arus dan tegangan. Keluaran dari sensor yang berupa sinyal analog akan dikonversi oleh ADC (*Analog to Digital Converter*) menjadi data digital berupa bilangan biner. Kemudian data digital tersebut akan diolah melalui proses perhitungan untuk menghasilkan harga atau jumlah pemakaian listrik pelanggan oleh mikrokontroler.

Perhitungan energi listrik rata-rata dihitung dengan proses multiplikasi bilangan biner antara arus dan tegangan, kemudian konsumsi Energi listrik didapatkan dari proses akumulasi energi listrik setiap selang waktu. (Jayyid. 2016).

### **2.3. Tegangan**

Tegangan Jatuh atau drop voltage adalah besar penurunan atau kehilangan nilai tegangan listrik pada suatu penghantar dari nilai tegangan normalnya, atau bisa juga disebut bahwa tegangan jatuh adalah selisih antara besar tegangan pangkal (Sumber) dengan besar tegangan ujung (beban) dari suatu instalasi listrik. Perhitungan jatuh tegangan pada jaringan distribusi adalah selisih antara tegangan

pangkal pengirim (*sending end*) dengan tegangan pada ujung penerima (*receiving end*). (AS, Rahmat, dkk. 2017).

Tegangan atau beda potensial juga dapat diartikan sebagai kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan (sebesar satu Coulomb) pada elemen atau komponen dari satu terminal/kutub ke terminal/kutub lainnya, atau pada kedua terminal/kutub akan mempunyai beda potensial jika terjadi perubahan, baik itu pergerakan atau pemindahan muatan sebesar satu Coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya. Keterkaitan antara kerja yang dilakukan sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan, sehingga pengertian diatas dapat di persingkat bahwa tegangan adalah energi persatuan muatan. Terminal/kutub (+) mempunyai potensial lebih tinggi daripada potensial di terminal/kutub (-).

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam % atau dalam besaran Volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan.

Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun pada sistem jaringan khususnya pada sistem tegangan menengah masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti.

Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh  $V$  pada penghantar semakin besar jika arus  $I$  didalam penghantar

semakin besar dan jika tahanan penghantar  $R$  semakin besar pula. Tegangan jatuh merupakan penanggung jawab terjadinya kerugian pada penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban yang berakibat hingga berada dibawah tegangan nominal yang dibutuhkan.

Sesuai dengan standar tegangan yang ditentukan oleh PLN (SPLN), perancangan jaringan dibuat agar jatuh tegangan diujung diterima 10%. Tegangan jatuh pada jaringan disebabkan adanya rugi tegangan akibat hambatan listrik ( $R$ ) dan reaktansi ( $X$ ). (SPLN. 1995)

#### **2.4. Arus Listrik**

Arus merupakan perubahan kecepatan muatan terhadap waktu atau muatan yang mengalir dalam satuan waktu dengan simbol  $i$ , dengan kata lain arus adalah muatan yang bergerak. Selama muatan tersebut bergerak maka akan muncul arus tetapi ketika muatan tersebut diam maka arus pun akan hilang.

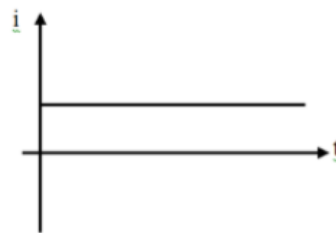
Muatan akan bergerak jika ada energi luar yang memengaruhinya. Muatan adalah satuan terkecil dari atom atau sub bagian dari atom. Dimana dalam teori atom modern menyatakan bahwa atom terdiri dari partikel inti (proton bermuatan positif (+) dan neutron bersifat neutral) yang dikelilingi oleh muatan elektron (-), normalnya atom bermuatan neutral.

Muatan terdiri dari dua jenis yaitu muatan positif dan muatan negatif. Arah arus searah dengan arah muatan positif (arah arus listrik) atau berlawanan dengan arah aliran elektron. Suatu partikel dapat menjadi muatan positif apabila kehilangan elektron dan menjadi muatan negatif apabila menerima elektron dari partikel lain. Coulomb adalah unit dasar dari *International System of Units* (SI) yang digunakan untuk mengukur muatan listrik. (RN, Andi, dkk. 2019)

#### 2.4.1. Arus Listrik Searah (*Direct Current / DC*)

*Direct Current* atau yang biasa disingkat DC merupakan tipe arus listrik searah. Ide mengenai arus DC dikembangkan oleh Thomas Alva Edison melalui perusahaannya yaitu General Electric dan digunakan secara komersil pada akhir abad ke-19. Sumber arus DC yang paling umum digunakan berasal dari proses kimiawi, hasil induksi elektromagnetik dan bahkan berasal dari sumber energi alam yang terbarukan. (Gideon, Samuel, dkk).

Arus DC adalah arus yang mempunyai nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu, artinya jika ditinjau arus tersebut di mana pun dan pada waktu berbeda akan mendapatkan nilai yang sama. Gambaran nilai arus DC dapat dilihat pada Gambar 2.11. (Panuntun. 2018).



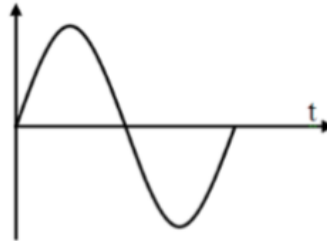
**Gambar 2.11 Grafik Perubahan Arus Searah terhadap Waktu**

(Sumber: Panuntun. 2018)

#### 2.4.2. Arus Listrik Bolak-Balik (*Alternating Current/AC*)

*Alternating Current* atau yang biasa disingkat AC merupakan tipe arus listrik bolak-balik. Ide mengenai arus AC dikembangkan oleh Nikola Tesla yang bekerjasama dengan perusahaan Westinghouse dan digunakan secara komersil pada pertengahan abad 20-an. Sumber arus AC yang paling umum adalah berasal dari induksi elektromagnetik yaitu dari generator AC yang secara eksklusif dioperasikan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) ataupun dari generator portable. (Gideon, Samuel, dkk)

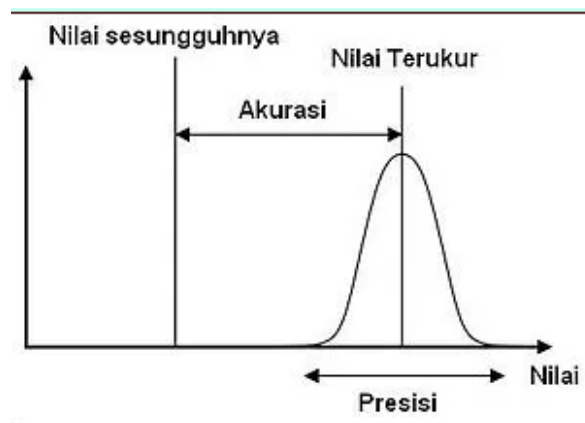
Arus AC adalah arus yang mempunyai nilai yang berubah terhadap satuan waktu dengan karakteristik akan selalu berulang untuk perioda waktu tertentu (mempunyai perioda waktu:  $T$ ) seperti yang ditunjuk pada gambar 2.12 (Panuntun, 2018)



**Gambar 2.12 Grafik Perubahan Arus Bolak-Balik terhadap Waktu**  
(Sumber: Panuntun, 2018)

## 2.5. Tingkat Keakurasian

Akurasi dalam pengukuran merupakan tingkat kedekatan pengukuran terhadap nilai yang sebenarnya. (Firtya, Neneng, dkk. 2017). Akurasi dapat diperoleh dengan menghitung nilai galat (*error*) dan persen galat. Semakin rendah nilai galat dan persen galat yang diperoleh maka akurasi semakin baik. Tingkat keakurasian dapat dikatakan baik apabila nilai akurasi mendekati 100 %. Pengertian akurasi juga dapat dilihat melalui gambar 2.13.



**Gambar 2.13 Grafik Keakurasian**

(Sumber: Warung Sains dan Teknologi, 2021)

## 2.6. *Test Bench kWh Meter*

*Test bench kWh meter* atau lebih dikenal dengan *energy meter test bench* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengkalibrasi kWh meter. *Test Bench* meter kWh terdiri dari sebuah sensor yang dapat mendeteksi waktu berdasarkan putaran piringan atau impuls pada meter kWh uji. Waktu yang dibutuhkan untuk meter kWh meter uji memutar piringan atau menghasilkan kedipan (*impuls*) akan dibandingkan dengan waktu standar sesuai perhitungan standar *test bench* kWh yang telah terprogram otomatis sehingga menghasilkan nilai *error*.

Nilai *error* yang dihasilkan oleh *test bench* kWh meter ini adalah nilai *error* relatif, dimana nilai error relatif diperoleh berdasarkan rumus di bawah ini

$$\text{Kesalahan relative } (\mathcal{E}_t) = \frac{Et}{P} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

$$Et = P - P' \dots\dots\dots(2.5)$$

(Setiawan, Agus. 2016)

Keterangan:

- $\mathcal{E}_t$  = Kesalahan Relatif
- $Et$  = Kesalahan Absolut
- $P$  = Nilai Eksak (nilai sebenarnya)
- $P'$  = Aproksimasi (nilai penunjukan)

Terdapat 2 jenis *test bench kWh meter* yang digunakan, yaitu *test bench kWh meter 1 phase* dan *test bench kWh meter 3 phase*. *Test bench kWh meter* dapat menguji lebih dari 10 kWh meter secara seri. *Test bench kWh meter* mempunyai beberapa tombol untuk melakukan perubahan parameter pengujian, diantaranya

adalah perubahan tegangan nominal, perubahan konstanta putar, perubahan frekuensi, perubahan kelas meter kWh uji, perubahan arus, serta perubahan sudut fasa. Pada umumnya *Test bench kWh meter* dapat menguji meter kWh dalam jumlah lebih dari 1 pada sekali proses pengujian. Gambar 2.4 di bawah ini merupakan beberapa contoh dari *Test bench kWh meter*.



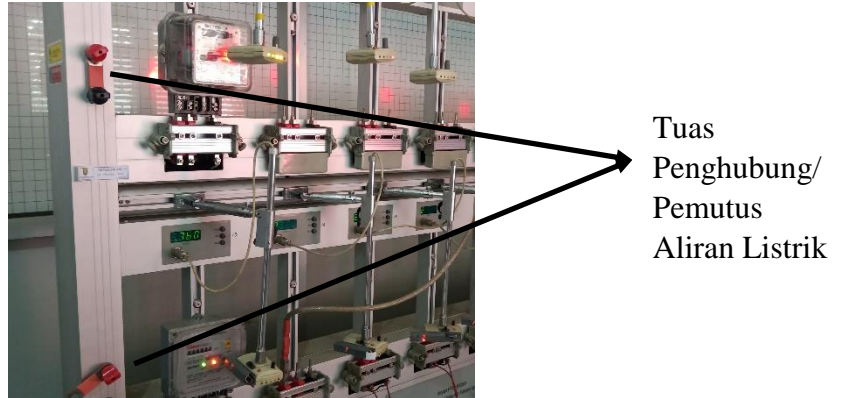
**Gambar 2.14 *Test Bench kWh Meter***

### **2.6.1. Bagian-Bagian Test Bench kWh Meter**

Test bench kWh meter yang digunakan pada pengujian terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

1. Tuas penghubung/pemutus aliran.

Tuas ini digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan aliran pada posisi pengujian tingkat pertama atau tingkat kedua. Tuas penghubung/pemutus aliran dapat dilihat pada Gambar 2.15.



**Gambar 2.15 Tuas Penghubung atau Pemutus Aliran Listrik**

2. Terminal Pengujian kWh Meter.

Terminal pengujian kWh meter terdiri dari 3 bagian, yaitu terminal arus, terminal tegangan, dan terminal *grounding*. Pada satu buah test bench kWh meter biasanya terdapat lebih dari 1 terminal pengujian, sehingga memungkinkan test bench untuk menguji beberapa kWh dalam sekali pengujian. Terminal pengujian dapat dilihat pada gambar yang ditandai dengan kotak hitam pada Gambar 2.16.

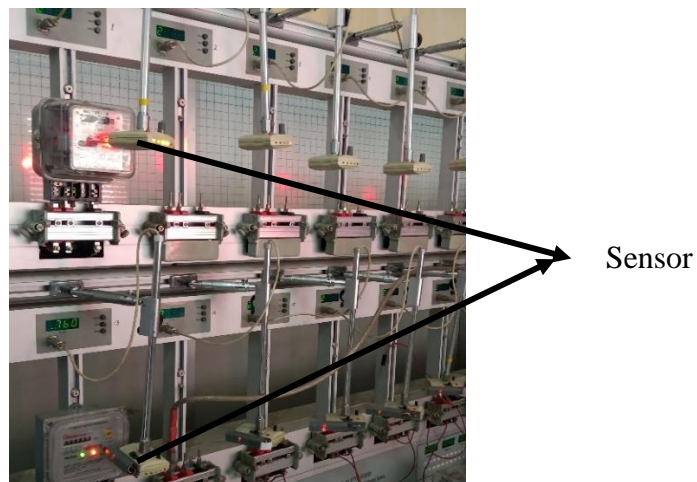


**Gambar 2.16 Terminal Pengujian**

### 3. Sensor

Sensor pada test bench kWh meter berupa sensor optocoupler yang berfungsi untuk membaca putaran/kedipan pada kWh meter uji.

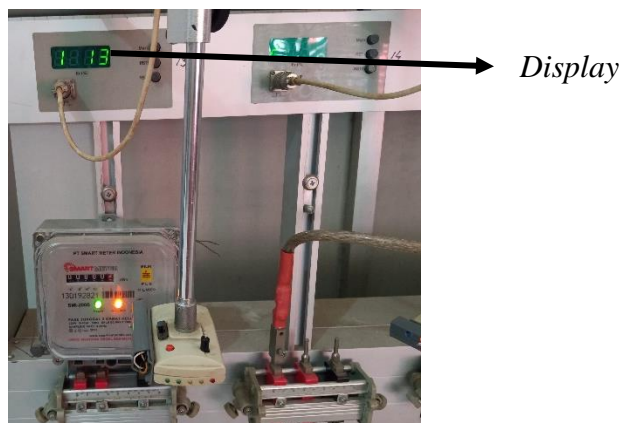
Sensor pada test bench kWh meter dapat dilihat pada Gambar 2.17



**Gambar 2.17 Sensor**

### 4. Display

*Display* pada *test bench kWh meter* terdapat pada setiap bagian terminal. *Display* ini berfungsi untuk menampilkan jumlah putaran dan nilai *error* hasil pengujian. Gambar 2.18 merupakan contoh dari *display* pada *test bench kWh meter*.

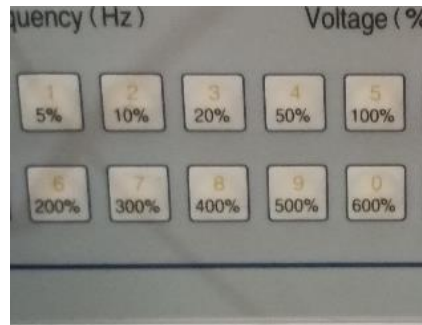


**Gambar 2.18 Display**

## 5. Tombol Pengatur dan *Display* Indikator

*Test Bench* kWh meter terdiri dari beberapa bagian tombol yang digunakan untuk mengatur pengujian pada kWh meter, yaitu:

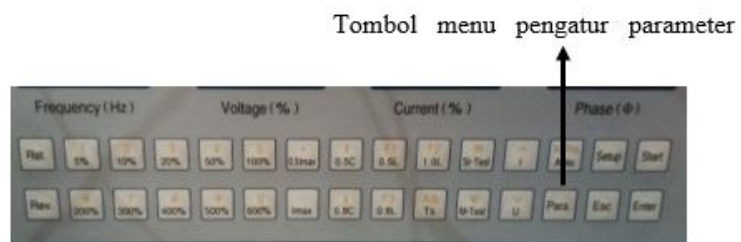
### a. Tombol pengatur nilai arus



**Gambar 2.19 Tombol Pengatur Nilai Arus**

Gambar 2.19 merupakan tombol pengatur nilai arus. Tombol ini berupa persentase angka yang digunakan untuk mengatur besarnya arus. Tombol ini mengindikasikan persentase nilai arus yang diinginkan saat pengujian.

### b. Tombol menu pengatur parameter kWh meter uji

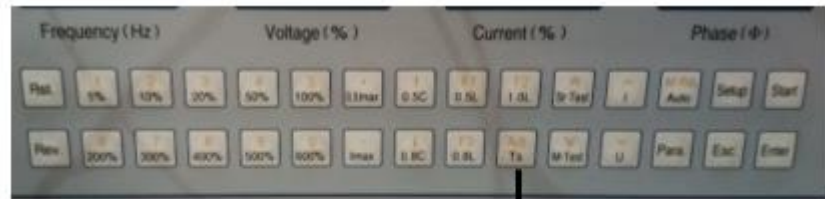


**Gambar 2.20 Tombol Pengatur Parameter**

Gambar 2.20 merupakan tombol menu pengatur parameter kWh meter uji. Tombol ini disimbolkan berupa tulisan

“Para”. Parameter pengujian yang dapat diatur melalui tombol ini adalah nilai tegangan, konstanta kWh meter, kelas kWh meter, nilai arus kerja, nilai arus maksimal, dan frekuensi.

c. Tombol pengatur jumlah putaran

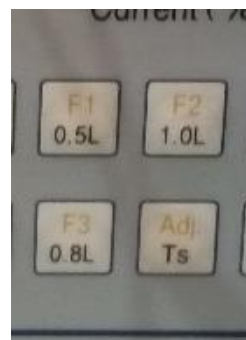


Tombol pengatur jumlah putaran

**Gambar 2.21 Tombol Pengatur Jumlah Putaran**

Gambar 2.21 merupakan pengatur jumlah putaran. Tombol ini berupa tulisan “Adj” dan “Ts”. Kita dapat mengatur jumlah putaran atau jumlah impuls yang diinginkan sebagai dasar perhitungan *error* oleh *test bench* kWh meter.

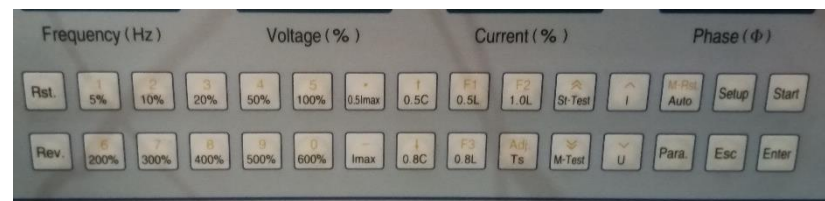
d. Tombol pengatur sudut fasa (cos phi)



**Gambar 2.22 Tombol Pengatur Sudut Fasa**

Gambar 2.22 merupakan tombol menu pengatur pengatur sudut fasa yang ditunjukkan melalui simbol awalan angka yang diakhiri dengan huruf L. Tombol ini dapat mengatur 3 pilihan nilai sudut fasa, yaitu 0,5, 0,8, dan 1.

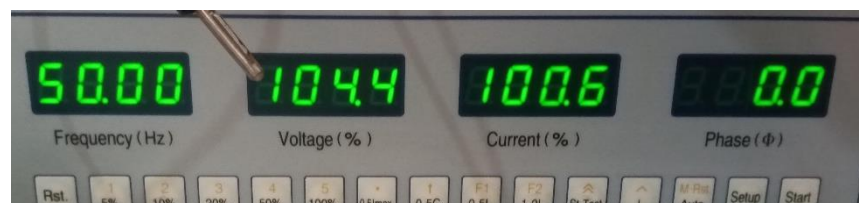
- e. Tombol Perintah, berupa *Enter*, *Start*, *Restart*, *Setup*, *Esc*, dan *Rev*.



**Gambar 2.23 Tombol Perintah**

Gambar 2.23 merupakan gambar tombol perintah. Tombol ini berupa *Enter*, *Start*, *Restart*, *Setup*, *Esc*, dan *Rev*, yang digunakan sebagai perintah pada saat pengujian.

Sedangkan *display indicator* terdiri dari 4 buah *display indicator*, yaitu indikator frekuensi, indikator tegangan, indikator arus, dan indikator sudut fasa ( $\cos \phi$ ) seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.24



**Gambar 2.24 Display Indicator**

## 2.7. Batas Kesalahan Yang Diizinkan (BKD)

Berdasarkan Syarat Teknis Meter kWh yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perdagangan Dalam Negeri Kementerian Perdagangan Republik Indonesia Nomor 161 Tahun 2019, batas kesalahan yang diizinkan untuk meter kWh 1 phase dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.1 Batas Kesalahan Yang Diizinkan**

(Sumber: Kementerian Perdagangan RI. 2019)

Nomor pengujian	Nilai Arus	Batas Kesalahan yang Diijinkan Dalam % untuk kWh kelas 2	Batas Kesalahan yang Diijinkan Dalam % untuk kWh kelas 1
1	5% Ib	$\pm 2,5$	$\pm 1,8$
2	10% Ib	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$
3	100% Ib	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Lokasi Pengujian**

Pengujian meter kWh dilakukan di Instalasi Meter kWh UPTD Metrologi Legal Kota Semarang yang beralamat di Jl. Imam Bonjol No. 110 Semarang.

#### **3.2. Metode Pengujian**

Metode pengujian yang digunakan adalah metode perbandingan waktu dengan acuan berupa Syarat Teknis Pengujian kWh Meter Nomor 161 Tahun 2019 yang dikeluarkan oleh Direktur Jendral Perlindungan Konsumen dan Tertib Niaga Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.

#### **3.3. Alat-Alat Pengujian**

Berikut ini adalah alat alat yang digunakan dalam pengujian meter kWh mekanik satu fasa di Laboraturium Listrik UPTD Metrologi Legal Kota Semarang

##### 1. *Test Bench* Meter kWh

*Test Bench* meter kWh yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Merk : Hsiangcheng

Tipe : PTC-8125D

No. Seri : 0905049

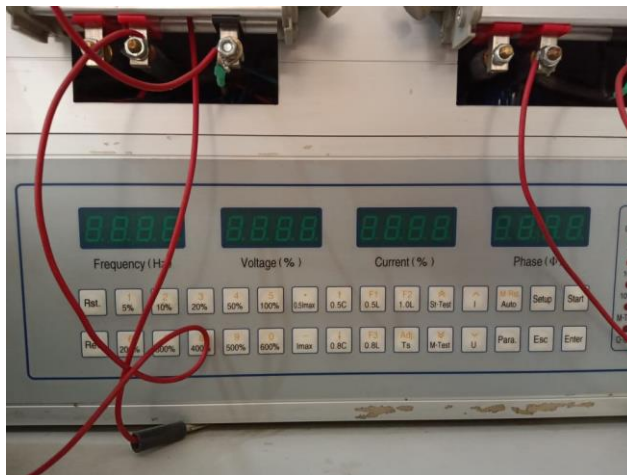
Kapaasitas : 250V / 20 A

Daya Baca : 0,001%



**Gambar 2.25 Test Bench kWh Meter Standar Hsiangcheng**









Gambar 3.1 merupakan *test bench* kWh meter yang digunakan sebagai standar dalam pengujian di instalasi kWh meter UPTD Metrologi Legal Kota Semarang. *Test Bench* ini terdiri dari 20 terminal pengujian kWh meter, 10 buah kWh meter mekanik dan 10 kWh buah meter digital. *Test Bench* meter kWh ini terdiri dari beberapa tombol menu yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 2.26 Tombol Menu pada Test Bench Meter kWh**

Pada gambar 3.2 terdapat beberapa tombol diantaranya adalah :

**Rst.** : berfungsi sebagai tombol restart

-  Para. : berfungsi untuk merubah parameter meter kWh uji, misalnya frekuensi, konstanta putar, dan lain-lain
-  Adj. Ts : berfungsi untuk mengatur jumlah putaran yang diinginkan
-  M-Test : berfungsi untuk melakukan percobaan tanpa beban
-  St-Test : berfungsi untuk melakukan percobaan dengan beban
-    : berfungsi untuk mengatur persentase beban
-  Esc : berfungsi untuk keluar dari pilihan menu

## 2. Tang dan Obeng

Dalam pengujian meter kWh diperlukan tang dan obeng untuk memasang dan membongkar meter kWh yang akan diuji pada test bench meter kWh. Selain itu, obeng juga digunakan untuk mengatur alat justir apabila hasil pembacaan meter kWh keluar dari Batas Kesalahan Yang Diizinkan (BKD).

## 3. Meter kWh Uji

Meter kWh uji yang digunakan terdiri dari 2 buah meter kWh, yaitu:

### a. Meter kWh mekanik 1 fasa dengan spesifikasi sebagai berikut

Merk : Fuji Dharma Electric

Tipe : FA14AI1Z

No. Seri : 5668863

Konstanta putar : 900 put/kWh

Kelas keakurasian : 2

Arus ukur : 5(20) A

Tegangan ukur : 230 V

- b. Meter kWh digital 1 fasa dengan spesifikasi sebagai berikut

Merk	: Smart Meter
Tipe	: SMI 2005
No. Seri	: 185370678
Konstanta impuls	: 3200 impuls/kWh
Kelas keakurasian	: 1
Arus ukur	: 5(40) A
Tegangan ukur	: 230 V

4. Cerapan digunakan sebagai media penulisan hasil data pengujian.

#### **3.4. Penentuan Titik Uji**

Penentuan nilai tegangan dilakukan berdasarkan Syarat Teknis Pengujian kWh Meter Nomor 161 Tahun 2019 tentang besaran variasi tegangan ditetapkan maksimum +10% dan minimum -10 % terhadap tegangan nominal. Berdasarkan aturan tersebut diperoleh nilai tegan uji sebesar  $\pm 253$  V dan  $\pm 207$  V. Namun karena kapasitas maksimum testbench kWh meter hanya sampai tegangan 240 V, maka titik uji tegangan maksimum adalah 240 V. Kemudian ditambahkan beberapa nilai tegangan sebagai variasi tegangan untuk titik uji, yaitu 230 V (tegangan nominal), 220 V (tegangan standar pelayanan PLN), dan 150 V (tegangan rendah)

Penentuan nilai arus dilakukan berdasarkan Syarat Teknis Pengujian kWh Meter Nomor 161 Tahun 2019 tentang variasi besaran arus dalam pengujian kWh Meter dalam rangka Tera dan Tera Ulang. Berdasarkan aturan tersebut diperoleh nilai arus uji sebesar 5% dari  $I_b$ , 50% dari  $I_b$ , dan 100% dari  $I_b$ . Kemudian ditambahkan beberapa nilai arus sebagai variasi arus untuk titik uji, yaitu 10% dari  $I_b$  dan 20% dari  $I_b$ .

Ib yang dimaksud adalah arus kerja sesuai dengan spesifikasi pada kWh meter. kWh meter uji yang digunakan mempunyai nilai Ib sebesar 5 A, baik mekanik maupun digital. Sehingga nilai arus yang digunakan sebagai titik uji adalah 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A. Nilai arus yang digunakan juga diasumsikan sebagai pembebanan arus pada kelistrikan rumah tangga.

### **3.5. Persiapan Pengujian**

Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan persiapan pengujian dengan beberapa tahapan, yaitu:

1. Mencatat data teknis Meter kWh yang diuji dalam cerapan pengujian;
2. Memasang meter kWh yang akan diuji pada tempat yang telah tersedia;
3. Memasang sensor pada meter kWh (geser *switch* untuk memilih sensor pendeteksi putaran piringan atau pendeteksi sinyal digital).

### **3.6. Prosedur Pengujian**

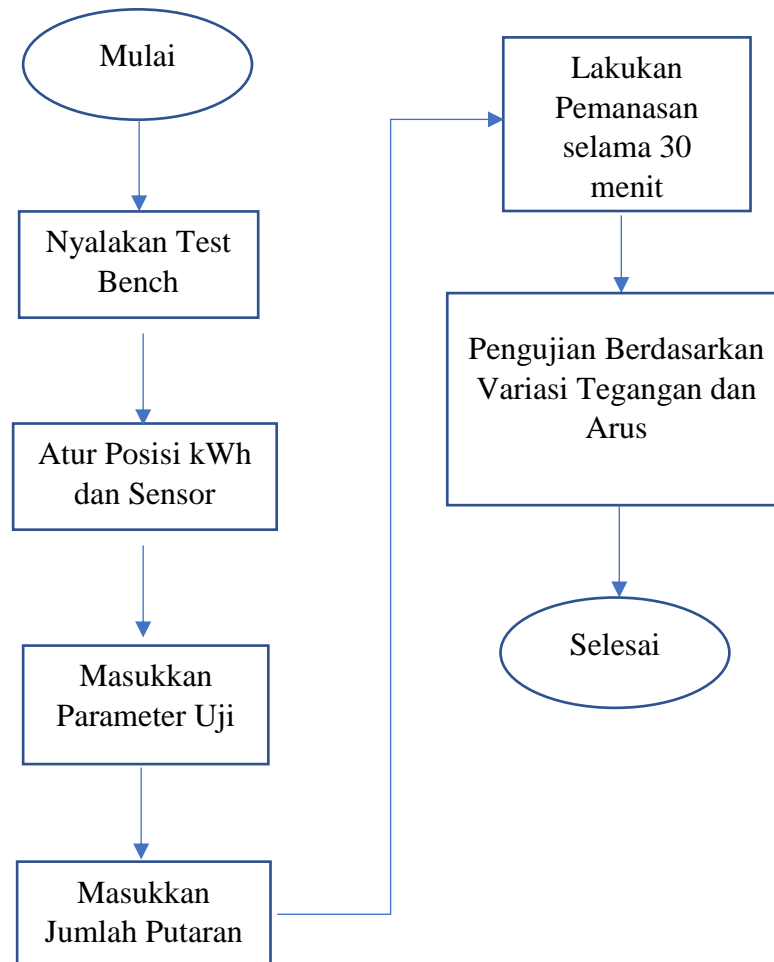
Pengujian dilakukan pada 25 titik pengujian sesuai dengan titik uji yang telah ditentukan. Setiap titik pengujian dilakukan sebanyak 20 kali sehingga akan diperoleh 20 data per titik pengujian. Titik pengujian yang dilakukan pada pengujian ini adalah:

1. Pengujian pada tegangan 240 V dan arus 0.25 A
2. Pengujian pada tegangan 240 V dan arus 0.5 A
3. Pengujian pada tegangan 240 V dan arus 1 A
4. Pengujian pada tegangan 240 V dan arus 2,5 A
5. Pengujian pada tegangan 240 V dan arus 5 A
6. Pengujian pada tegangan 230 V dan arus 0.25 A
7. Pengujian pada tegangan 230 V dan arus 0.5 A

8. Pengujian pada tegangan 230 V dan arus 1 A
9. Pengujian pada tegangan 230 V dan arus 2.5 A
10. Pengujian pada tegangan 230 V dan arus 5 A
11. Pengujian pada tegangan 220 V dan arus 0.25 A
12. Pengujian pada tegangan 220 V dan arus 0.5 A
13. Pengujian pada tegangan 220 V dan arus 1 A
14. Pengujian pada tegangan 220 V dan arus 2.5 A
15. Pengujian pada tegangan 220 V dan arus 5 A
16. Pengujian pada tegangan 207 V dan arus 0.25 A
17. Pengujian pada tegangan 207 V dan arus 0.5 A
18. Pengujian pada tegangan 207 V dan arus 1 A
19. Pengujian pada tegangan 207 V dan arus 2.5 A
20. Pengujian pada tegangan 207 V dan arus 5 A
21. Pengujian pada tegangan 150 V dan arus 0.25 A
22. Pengujian pada tegangan 150 V dan arus 0.5 A
23. Pengujian pada tegangan 150 V dan arus 1 A
24. Pengujian pada tegangan 150 V dan arus 2.5 A
25. Pengujian pada tegangan 150 V dan arus 5 A

Pengujian akan menghasilkan nilai *error* yang digunakan untuk memperoleh tingkat keakurasian pada kWh meter mekanik dan kWh meter digital. Nilai tingkat keakurasian dari masing-masing kWh selanjutnya dianalisis sehingga diperoleh perbandingan nilai tingkat keakurasian antara kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa.









Prosedur pengujian berlaku untuk meter kWh mekanik 1 fasa dan meter kWh digital 1 fasa. Prosedur pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



**Gambar 2.27 Diagram Alir Pengujian**

1. Nyalakan *Test Bench* dengan menekan tombol *switch* pada posisi *ON* [ I ];
2. Atur posisi dan sensitivitas sensor pendeteksi putaran piringan atau sinyal digital pada meter kWh;
3. Posisikan *switch* manual ke posisi "key";
4. Masukkan parameter pengujian sesuai data teknis meter kWh dengan menekan tombol  $\overline{\text{Rst.}}$ , lalu tekan tombol  $\overline{\text{Para.}}$ , selanjutnya akan muncul:

- a.  $V_n$  : Memasukkan tegangan sesuai dengan nilai tegangan yang telah ditentukan (240 V, 230 V, 220 V, 207 V, dan 150 V), lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
  - b.  $I_b$  : Memasukkan arus kerja sesuai dengan spesifikasi meter kWh (5A), lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
  - c.  $I_{nn}$  : Memasukkan arus maksimal sesuai spesifikasi meter kWh, lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
  - d.  $C$  : Memasukkan konstanta meter kWh, lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
  - e.  $Y_s$  : Memasukkan kelas meter kWh, lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
  - f.  $FRE$  : Memasukkan frekuensi sumber sinyal digital, lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
  - g.  $SET$  : Biarkan berisi angka 1, lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
  - h.  $AUT$  : Biarkan berisi angka 1, lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
5. Simpan data dengan menekan tombol  $\boxed{Enter}$ ;
  6. Masukkan jumlah putaran atau pulsa yang diinginkan dengan menekan tombol  $\boxed{Adj. Ts}$ , lalu muncul:
    - a.  $N_0$  : Masukkan jumlah putaran yang diinginkan, lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
    - b.  $N_1$  : Biarkan, lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
    - c.  $N_2$  : Biarkan, lalu tekan  $\boxed{\downarrow 0.8C}$ .
  7. Simpan dengan menekan tombol  $\boxed{Enter}$ ;
  8. Lakukan pemanasan awal dengan pengujian beban 10%  $I_b$  dan  $\cos \sigma=1$  dengan menekan tombol  $\boxed{2 10\%}$  dan tombol  $\boxed{F2 1.0L}$  selama 30 menit;

9. Untuk melakukan pengujian, tekan tombol  lalu masukkan jumlah putaran atau pulsa seperti pada langkah 6 sebanyak yang diinginkan, arus sesuai dengan yang diinginkan dengan menekan tombol berupa presentase (misalnya , , dan lain-lain) dan sudut fasa yang diinginkan dengan menekan tombol  untuk sudut fasa 1 dan  untuk sudut fasa 0,5, lalu tekan tombol . Setelah piringan meter kWh berputar atau berkedip sebanyak yang diinginkan, maka *display* akan menampilkan kesalahan meter kWh. Untuk berhenti tekan tombol ;
10. Untuk mematikan test bench terlebih dahulu tekan tombol , kemudian tekan switch pada posisi OFF [ 0 ].

Untuk pengujian dilakukan pada setiap tegangan yang berbeda dengan mengatur nilai tegangan pada awal pengujian. Sedangkan pengaturan nilai arus dapat dilakukan setelah pengaturan nilai tegangan.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISA**

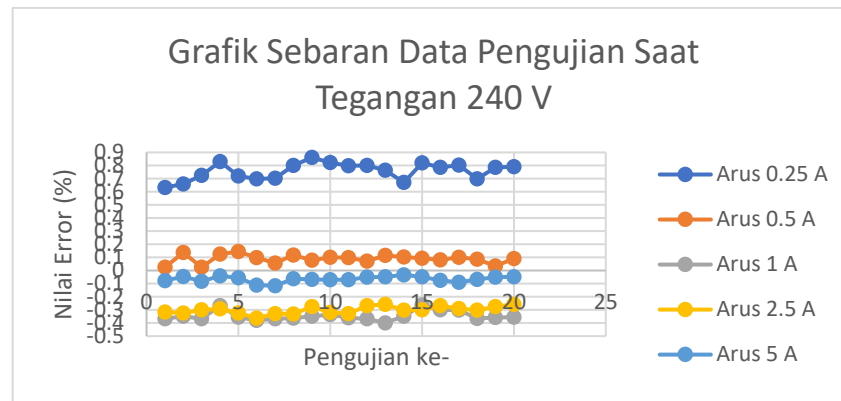
#### **4.1. Hasil Pengujian kWh Meter Mekanik**

Hasil pengujian kWh Meter Mekanik terdiri dari:

1. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 240 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A
2. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 230 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A
3. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 220 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A
4. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 207 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A
5. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 150 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A.

##### **4.1.1. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 240 V dan arus sebesar 0.25 A; 0.5 A; 1 A; 2,5 A; dan 5 A**

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh uji. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 240 V**

Hasil pengujian kWh meter mekanik pada titik ini dapat dilihat pada Tabel

4.1.

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian pada Tegangan 240V dengan Variasi Arus**

Tegangan	No.	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
240 V	1	0.633	0.024	-0.368	-0.317	-0.078
	2	0.658	0.137	-0.349	-0.325	-0.045
	3	0.725	0.026	-0.369	-0.299	-0.082
	4	0.829	0.125	-0.269	-0.293	-0.041
	5	0.719	0.144	-0.355	-0.325	-0.056
	6	0.699	0.097	-0.38	-0.362	-0.112
	7	0.702	0.056	-0.368	-0.328	-0.116
	8	0.801	0.117	-0.362	-0.331	-0.063
	9	0.861	0.078	-0.349	-0.276	-0.067
	10	0.822	0.101	-0.337	-0.318	-0.071
	11	0.799	0.099	-0.36	-0.329	-0.071
	12	0.801	0.072	-0.368	-0.267	-0.052
	13	0.763	0.116	-0.399	-0.259	-0.048
	14	0.672	0.102	-0.349	-0.302	-0.033
	15	0.821	0.092	-0.263	-0.299	-0.048
	16	0.787	0.081	-0.299	-0.267	-0.075
	17	0.802	0.101	-0.301	-0.291	-0.09
	18	0.698	0.087	-0.366	-0.301	-0.067
	19	0.786	0.035	-0.357	-0.276	-0.052
	20	0.792	0.091	-0.355	-0.258	-0.048
<b>Rata-Rata</b>		<b>0.759</b>	<b>0.089</b>	<b>-0.346</b>	<b>-0.301</b>	<b>-0.066</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>99.242</b>	<b>99.911</b>	<b>99.654</b>	<b>99.699</b>	<b>99.934</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.149</b>	<b>0.113</b>	<b>0.086</b>	<b>0.055</b>	<b>0.116</b>

Berdasarkan grafik 4.1 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 240 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 0,25A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan tidak beraturan. Rata-rata nilai error yang dihasilkan pada saat arus bernilai 0,25A bernilai 0.759 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.242%.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 0.5A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan hasil pengujian di titik arus bernilai 0.25A. Rata-rata nilai error yang dihasilkan pada saat arus bernilai 0,25A bernilai 0.089 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.911%.

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 1A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan hasil pengujian di titik arus bernilai 0.25A. Rata-rata nilai error yang dihasilkan pada saat arus bernilai 1A bernilai -0.346 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.654%.

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 2.5A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan hasil pengujian di titik arus bernilai 0.5A. Rata-rata nilai error yang dihasilkan pada saat arus bernilai 2.5A bernilai -0.301 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.699%.

Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan hasil pengujian di titik arus bernilai 0.25A. Rata-rata nilai

error yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5A bernilai -0.066 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.934%.

Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah putaran yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu 0.149% pada saat arus 0.25A, 0.113% pada saat arus 0.5A, -0.086% pada saat arus 1 A, 0.55% pada saat arus 2.5A, dan 0.116% pada saat arus 5A. Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah 1/3 dari Batas Kesalahan yang Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 2%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.666 %.

Pengujian di titik tegangan 240 V dengan nilai arus yang bervariasi menghasilkan data yang tidak linier. Hal ini disebabkan Hal ini disebabkan karena tegangan titik uji 240 V melebihi dari nilai tegangan nominal yang tertera pada spesifikasi kWh meter uji, sehingga menyebabkan kinerja komponen pada meter kWh mekanik tidak dapat bekerja dengan baik.

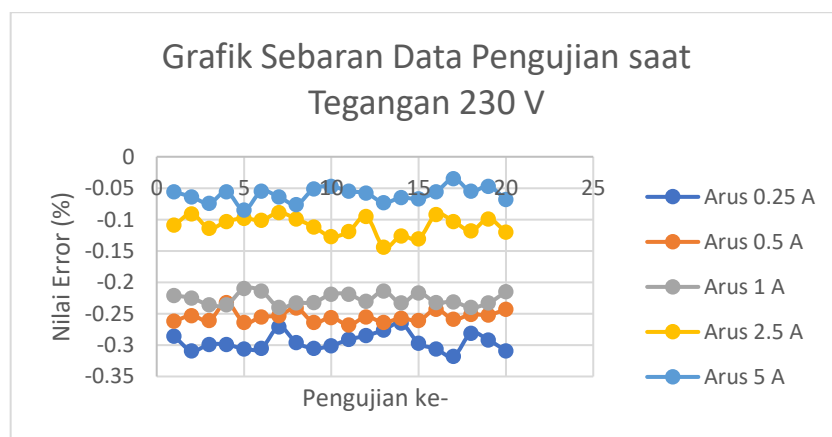
#### **4.1.2. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 230 V dan arus sebesar 0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; dan 5 A**

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh uji. Hasil pengujian pada saat tegangan 230 V dapat dilihat pada table 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Tegangan 230V dengan Variasi Arus

Tegangan	No.	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
230 V	1	-0.286	-0.262	-0.221	-0.109	-0.056
	2	-0.309	-0.253	-0.225	-0.091	-0.064
	3	-0.299	-0.261	-0.236	-0.114	-0.074
	4	-0.299	-0.232	-0.236	-0.103	-0.056
	5	-0.306	-0.264	-0.21	-0.098	-0.085
	6	-0.305	-0.255	-0.214	-0.101	-0.055
	7	-0.271	-0.253	-0.24	-0.089	-0.064
	8	-0.296	-0.241	-0.233	-0.099	-0.076
	9	-0.305	-0.264	-0.232	-0.112	-0.051
	10	-0.301	-0.256	-0.219	-0.127	-0.047
	11	-0.291	-0.268	-0.219	-0.119	-0.055
	12	-0.285	-0.255	-0.23	-0.095	-0.058
	13	-0.276	-0.264	-0.214	-0.144	-0.073
	14	-0.265	-0.257	-0.233	-0.126	-0.065
	15	-0.297	-0.261	-0.217	-0.131	-0.067
	16	-0.306	-0.243	-0.232	-0.092	-0.056
	17	-0.318	-0.259	-0.231	-0.103	-0.035
	18	-0.281	-0.251	-0.24	-0.118	-0.055
	19	-0.292	-0.252	-0.233	-0.099	-0.047
	20	-0.309	-0.243	-0.215	-0.12	-0.068
<b>Rata-Rata</b>		<b>-0.295</b>	<b>-0.255</b>	<b>-0.227</b>	<b>-0.110</b>	<b>-0.060</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>99.705</b>	<b>99.745</b>	<b>99.774</b>	<b>99.891</b>	<b>99.940</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.037</b>	<b>0.032</b>	<b>0.026</b>	<b>0.049</b>	<b>0.029</b>

Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 230 V

Berdasarkan grafik 4.2 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 230 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 0,25A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan tidak beraturan. Rata-rata nilai error yang dihasilkan pada saat arus bernilai 0,25A bernilai -0.295 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.705%.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 0.5A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan tidak beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 0,25A bernilai -0.255 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.745%.

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 1A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan tidak beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 0,25A bernilai -0.227 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.774%.

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 2.5A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan tidak beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 2.5A bernilai -0.110 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.891%.

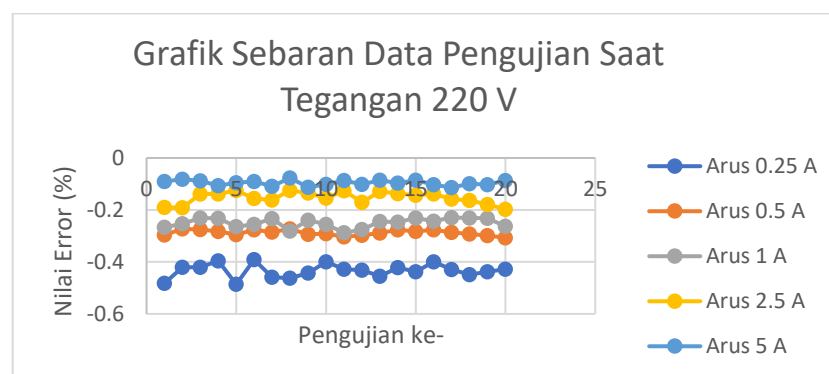
Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5A. Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan tidak beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5A bernilai -0.060 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.940%.

Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah putaran yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu 0.037% pada saat arus 0.25A, 0.032% pada saat arus 0.5A, -0.026% pada saat arus 1A, 0.049% pada saat arus 2.5A, dan 0.029% pada saat arus 5A. Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah 1/3 dari Batas Kesalahan yang Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 2%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.666 %.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin besar arus maka nilai *error* yang diperoleh semakin kecil sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh semakin besar.

#### 4.1.3. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 220 V dan arus sebesar 0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; 5A

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh uji. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 220 V**

Hasil pengujian kWh meter mekanik pada titik ini dapat dilihat pada Tabel

4.3.

**Tabel 4.3 Hasil Pengujian pada Tegangan 220V dengan Variasi Arus**

Tegangan	No	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
220 V	1	-0.482	-0.296	-0.267	-0.19	-0.091
	2	-0.421	-0.273	-0.253	-0.192	-0.082
	3	-0.421	-0.275	-0.231	-0.138	-0.088
	4	-0.396	-0.282	-0.232	-0.139	-0.106
	5	-0.486	-0.295	-0.264	-0.125	-0.095
	6	-0.391	-0.276	-0.255	-0.156	-0.091
	7	-0.459	-0.285	-0.233	-0.162	-0.109
	8	-0.462	-0.273	-0.281	-0.125	-0.077
	9	-0.443	-0.294	-0.24	-0.135	-0.112
	10	-0.399	-0.291	-0.256	-0.154	-0.101
	11	-0.428	-0.303	-0.288	-0.126	-0.087
	12	-0.431	-0.297	-0.275	-0.171	-0.101
	13	-0.455	-0.289	-0.244	-0.128	-0.086
	14	-0.422	-0.276	-0.247	-0.137	-0.097
	15	-0.438	-0.283	-0.231	-0.144	-0.085
	16	-0.400	-0.276	-0.243	-0.139	-0.103
	17	-0.429	-0.286	-0.229	-0.158	-0.114
	18	-0.449	-0.292	-0.231	-0.163	-0.099
	19	-0.438	-0.299	-0.232	-0.179	-0.103
	20	-0.428	-0.307	-0.263	-0.197	-0.087
<b>Rata-Rata</b>		<b>-0.434</b>	<b>-0.287</b>	<b>-0.250</b>	<b>-0.153</b>	<b>-0.096</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>99.566</b>	<b>99.713</b>	<b>99.750</b>	<b>99.847</b>	<b>99.904</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.095</b>	<b>0.021</b>	<b>0.032</b>	<b>0.054</b>	<b>0.114</b>

Berdasarkan grafik 4.3 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 220 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai error yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai -0.434 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.566%.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai -0.287 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.713%.

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 20%Ib (1A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%Ib (0,25A) bernilai -0.250 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.750%.

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A) bernilai -0.153 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.847%.

Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 100%Ib (5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan tidak beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%Ib (5A) bernilai -0.096 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.904%.

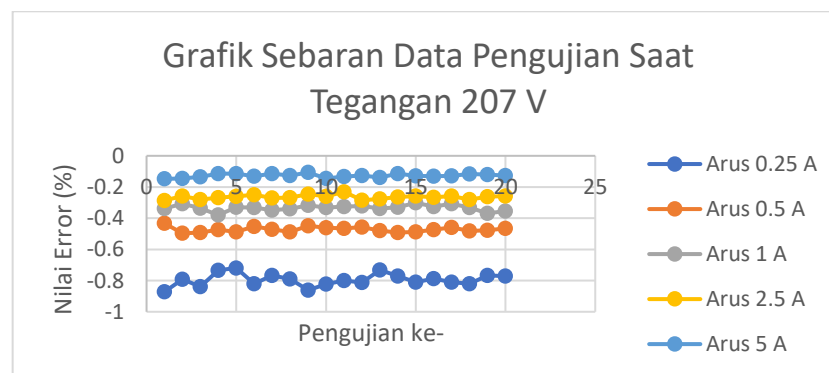
Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah putaran yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu

0.095% pada saat arus 0.25A, 0.021% pada saat arus 0.5A, -0.032% pada saat arus 1A, 0.054% pada saat arus 2.5A, dan 0.114% pada saat arus 5A. Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah 1/3 dari Batas Kesalahan yang Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 2%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.666 %.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin besar arus maka nilai *error* yang diperoleh semakin kecil sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh semakin besar.

#### 4.1.4. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 207 V dan arus sebesar 0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; 5A

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh uji. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 207 V**

Hasil pengujian kWh meter mekanik pada titik ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian pada Tegangan 207V dengan Variasi Arus

Tegangan	No.	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
207 V	1	-0.872	-0.433	-0.338	-0.286	-0.148
	2	-0.791	-0.497	-0.308	-0.259	-0.145
	3	-0.839	-0.492	-0.336	-0.28	-0.135
	4	-0.735	-0.473	-0.38	-0.269	-0.114
	5	-0.719	-0.488	-0.329	-0.26	-0.115
	6	-0.82	-0.453	-0.331	-0.25	-0.13
	7	-0.766	-0.471	-0.349	-0.271	-0.114
	8	-0.789	-0.487	-0.341	-0.269	-0.126
	9	-0.861	-0.448	-0.317	-0.245	-0.107
	10	-0.822	-0.462	-0.332	-0.261	-0.145
	11	-0.799	-0.466	-0.326	-0.231	-0.132
	12	-0.812	-0.457	-0.321	-0.285	-0.127
	13	-0.733	-0.479	-0.338	-0.276	-0.139
	14	-0.772	-0.491	-0.329	-0.265	-0.115
	15	-0.811	-0.488	-0.301	-0.257	-0.129
	16	-0.788	-0.473	-0.326	-0.266	-0.131
	17	-0.81	-0.459	-0.308	-0.258	-0.129
	18	-0.82	-0.481	-0.331	-0.281	-0.117
	19	-0.766	-0.478	-0.368	-0.262	-0.121
	20	-0.772	-0.466	-0.355	-0.259	-0.127
<b>Rata-Rata</b>		<b>-0.795</b>	<b>-0.472</b>	<b>-0.333</b>	<b>-0.265</b>	<b>-0.127</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>99.205</b>	<b>99.528</b>	<b>99.667</b>	<b>99.736</b>	<b>99.873</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.104</b>	<b>0.064</b>	<b>0.051</b>	<b>0.054</b>	<b>0.038</b>

Berdasarkan grafik 4.4 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 207 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai error yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai -0.795 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.205%.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib

(0,25A) bernilai  $-0.472\%$  sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar  $99.528\%$ .

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai  $20\%I_b$  (1A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai  $10\%I_b$  (0,25A) bernilai  $-0.333\%$  sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar  $99.667\%$ .

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai  $50\%I_b$  (2.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai  $50\%I_b$  (2.5A) bernilai  $-0.265\%$  sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar  $99.736\%$ .

Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai  $100\%I_b$  (5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan tidak beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai  $100\%I_b$  (5A) bernilai  $-0.127\%$  sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar  $99.873\%$ .

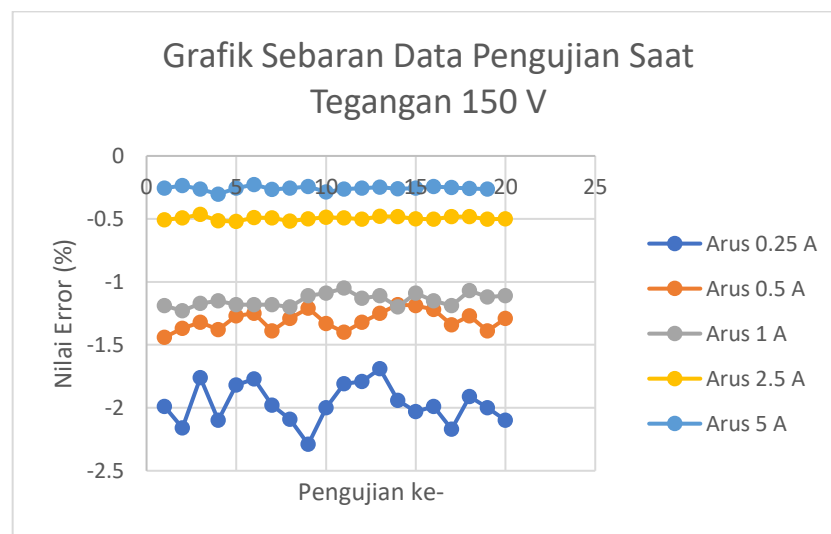
Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah putaran yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu  $0.104\%$  pada saat arus  $0.25A$ ,  $0.064\%$  pada saat arus  $0.5A$ ,  $-0.051\%$  pada saat arus  $1A$ ,  $0.054\%$  pada saat arus  $2.5A$ , dan  $0.038\%$  pada saat arus  $5A$ . Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah  $1/3$  dari Batas Kesalahan yang

Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 2%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.666 %.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin besar arus maka nilai *error* yang diperoleh semakin kecil sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh semakin besar.

#### 4.1.5. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 150 V dan arus sebesar 0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; 5A

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh uji. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 150 V**

Hasil pengujian kWh meter mekanik pada titik ini dapat dilihat pada Tabel

4.5.

**Tabel 4.5 Hasil Pengujian pada Tegangan 150V dengan Variasi Arus**

Tegangan	No.	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
150V	1	-1.99	-1.44	-1.19	-0.507	-0.255
	2	-2.16	-1.37	-1.23	-0.491	-0.236
	3	-1.76	-1.32	-1.17	-0.465	-0.263
	4	-2.10	-1.38	-1.15	-0.514	-0.304
	5	-1.82	-1.27	-1.18	-0.521	-0.257
	6	-1.77	-1.25	-1.18	-0.489	-0.227
	7	-1.98	-1.39	-1.18	-0.491	-0.267
	8	-2.09	-1.29	-1.2	-0.517	-0.256
	9	-2.29	-1.21	-1.11	-0.501	-0.243
	10	-2.00	-1.33	-1.09	-0.488	-0.287
	11	-1.81	-1.4	-1.05	-0.491	-0.263
	12	-1.79	-1.32	-1.13	-0.502	-0.257
	13	-1.69	-1.25	-1.11	-0.479	-0.248
	14	-1.94	-1.18	-1.2	-0.482	-0.261
	15	-2.03	-1.19	-1.09	-0.499	-0.257
	16	-1.99	-1.22	-1.15	-0.502	-0.244
	17	-2.17	-1.34	-1.19	-0.481	-0.251
	18	-1.91	-1.27	-1.07	-0.481	-0.258
	19	-2.00	-1.39	-1.12	-0.502	-0.263
	20	-2.10	-1.29	-1.11	-0.499	-0.251
<b>Rata-Rata</b>		<b>-1.970</b>	<b>-1.305</b>	<b>-1.145</b>	<b>-0.495</b>	<b>-0.257</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>98.031</b>	<b>98.695</b>	<b>98.855</b>	<b>99.505</b>	<b>99.743</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.34</b>	<b>0.14</b>	<b>0.12</b>	<b>0.049</b>	<b>0.047</b>

Berdasarkan grafik 4.3 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 150 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai error yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai -1,970 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 98.031 %.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai -1.305 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 98.695 %.

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 20%Ib (1A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%Ib (0,25A) bernilai -1.145 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 98.855 %.

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A) bernilai -0.495 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.505 %.

Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 100%Ib (5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan tidak beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%Ib (5A) bernilai -0.257 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.743%.

Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah putaran yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu

0.34% pada saat arus 0.25A, 0.14% pada saat arus 0.5A, -0.12% pada saat arus 1A, 0.049% pada saat arus 2.5A, dan 0.047% pada saat arus 5A. Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah  $\frac{1}{3}$  dari Batas Kesalahan yang Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 2%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.666 %.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin besar arus maka nilai *error* yang diperoleh semakin kecil sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh semakin besar.

#### **4.1.6. Hasil Pengujian Keseluruhan Variasi Tegangan dan Arus Terhadap *Error* dan Tingkat Akurasi**

Hasil pengujian keseluruhan dari pengaruh variasi tegangan dan arus terhadap hasil *error* dan tingkat akurasi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

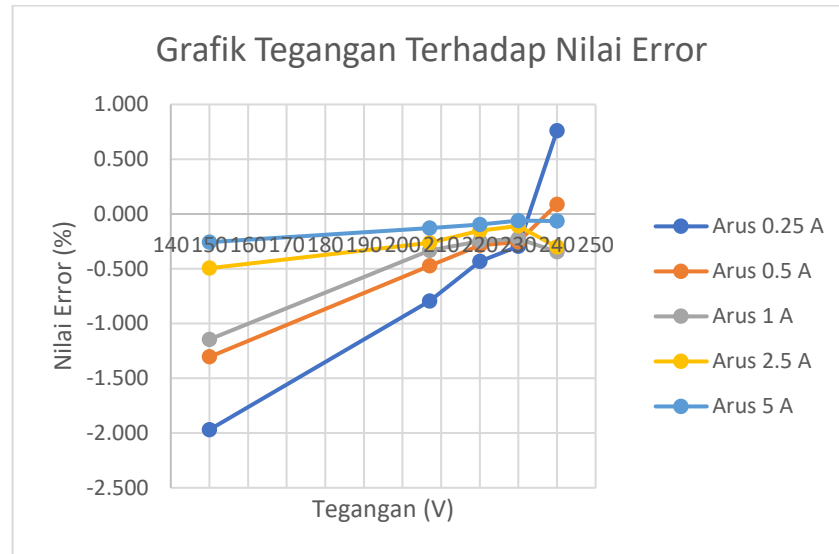
**Tabel 4.6 Pengaruh Variasi Tegangan dan Arus Terhadap *Error* dan Tingkat Akurasi**

<b>Arus</b>	<b>Tegangan</b>	<b>Tingkat Akurasi</b>	<b><i>Error</i></b>
<b>0.25A</b>	240	99.242	0.759
	230	99.705	-0.295
	220	99.566	-0.434
	207	99.205	-0.795
	150	98.031	-1.970
<b>0.5A</b>	240	99.911	0.089
	230	99.745	-0.255
	220	99.713	-0.287
	207	99.528	-0.472
	150	98.695	-1.305
<b>1 A</b>	240	99.654	-0.346
	230	99.774	-0.227
	220	99.750	-0.250
	207	99.667	-0.333
	150	98.855	-1.145
<b>2.5 A</b>	240	99.699	-0.301
	230	99.891	-0.110
	220	99.847	-0.153
	207	99.736	-0.265
	150	99.505	-0.495
<b>5A</b>	240	99.934	-0.066
	230	99.940	-0.060
	220	99.904	-0.096
	207	99.873	-0.127
	150	99.743	-0.257

Data pada tabel di atas kemudian dipresentasikan dalam beberapa grafik,

yaitu:

### 1. Grafik Tegangan terhadap Nilai Error

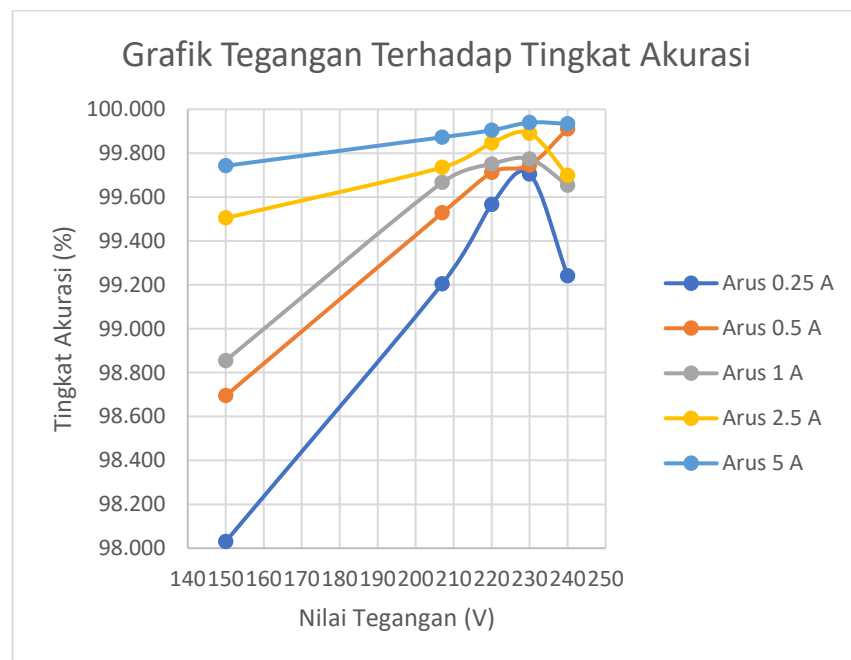


**Gambar 4.6 Grafik Tegangan Terhadap Nilai Error**

Grafik 4.6 menunjukkan pengaruh tegangan terhadap nilai *error* yang dipresentasikan berdasarkan data pada tabel 4.6. Garis berwarna biru tua menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0.25 A). Garis berwarna jingga menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5 A). Garis berwarna abu-abu menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5 A). Garis berwarna kuning menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5 A). Garis berwarna biru muda menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%Ib (5 A). Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai tegangan, maka semakin kecil nilai *error* yang dihasilkan. Namun hal tersebut tidak berlaku ketika tegangan bernilai 240 V. Pada tegangan 240 V nilai *error* yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan nilai *error* pada

tegangan 230 V. Hal ini disebabkan karena tegangan 240 V sudah melebihi spesifikasi tegangan kWh meter uji, sehingga kinerja kWh meter tidak optimal.

## 2. Grafik Tegangan terhadap Tingkat Akurasi

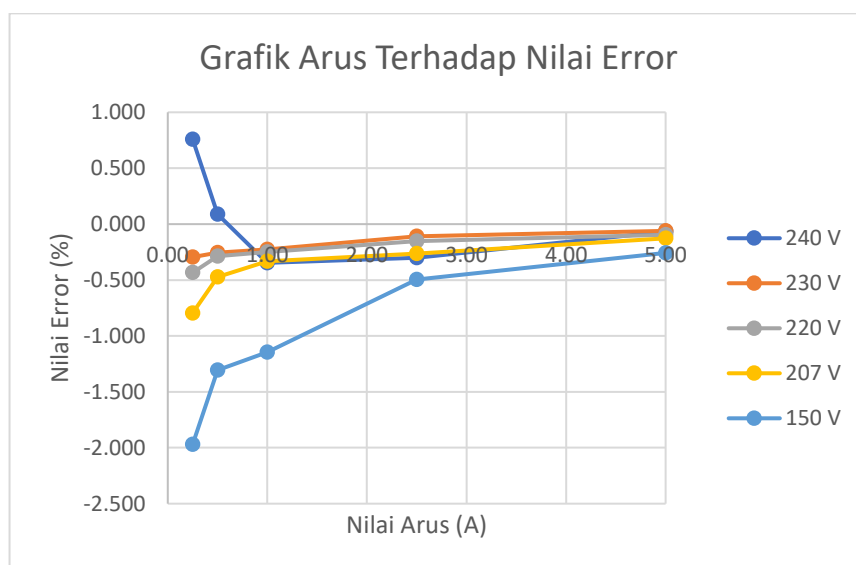


**Gambar 4.7 Grafik Tegangan Terhadap Tingkat Akurasi**

Grafik 4.7 menunjukkan pengaruh tegangan terhadap tingkat akurasi yang dipresentasikan berdasarkan data pada tabel 4.6. Garis berwarna biru tua menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%I<sub>b</sub> (0.25 A). Garis berwarna jingga menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%I<sub>b</sub> (0.5 A). Garis berwarna abu-abu menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%I<sub>b</sub> (0.5 A). Garis berwarna kuning menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%I<sub>b</sub> (2.5 A). Garis berwarna biru muda menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai

100%I<sub>b</sub> (5 A). Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai tegangan, maka semakin besar tingkat akurasi yang dihasilkan. Tingkat akurasi yang dihasilkan pada tegangan yang besar semakin mendekati nilai 100% yang menandakan tingkat akurasi pada kWh meter semakin baik. Namun pada tegangan 240 V nilai akurasi yang dihasilkan lebih kecil dibanding nilai akurasi pada tegangan 230 V. Hal ini disebabkan karena tegangan 240 V sudah melebihi spesifikasi tegangan kWh meter uji, sehingga kinerja kWh meter tidak optimal. Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat pula tingkat akurasi paling baik adalah pada saat tegangan bernilai 230 V.

### 3. Grafik Arus terhadap Nilai *Error*

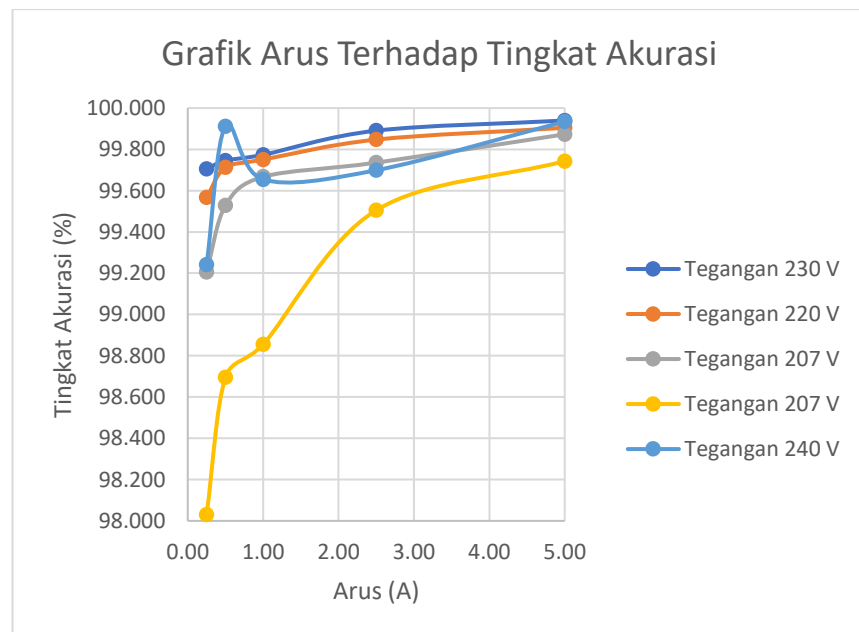


**Gambar 4.8 Grafik Arus Terhadap Nilai *Error***

Grafik 4.8 menunjukkan pengaruh arus terhadap nilai *error* yang dipresentasikan berdasarkan data pada tabel 4.6. Garis berwarna biru tua menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan

bernilai 240V. Garis berwarna jingga menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 230 V. Garis berwarna abu-abu menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 220 V. Garis berwarna kuning menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 207 V. Garis berwarna biru muda menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 207 V. Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai arus, maka nilai *error* yang dihasilkan semakin kecil (mendekati nol).

#### 4. Grafik Arus terhadap Tingkat akurasi



**Gambar 4.9 Grafik Arus Terhadap Tingkat Akurasi**

Grafik 4.9 menunjukkan pengaruh arus terhadap tingkat akurasi yang dipresentasikan berdasarkan data pada tabel 4.6. Garis berwarna biru tua menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 240V. Garis berwarna jingga

menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 230 V. Garis berwarna abu-abu menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 220 V. Garis berwarna kuning menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 207 V. Garis berwarna biru muda menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 150 V. Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai arus, maka tingkat akurasi yang dihasilkan semakin besar (mendekati 100%). Tingkat akurasi paling baik adalah pada saat arus bernilai 100 %I<sub>b</sub> (5A).

#### **4.2. Pembahasan Hasil Pengujian kWh Meter Mekanik**

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. *Error* pada kWh meter masih dapat ditoleransi sesuai dengan batas *error* berdasarkan syarat teknis kWh meter Nomor 161 Tahun 2019 yang menyatakan bahwa batas *error* kWh meter kelas 1 adalah  $\pm 2\%$ . Nilai *error* yang diperoleh pada kWh meter mekanik ada di rentang -0.060 % hingga -1,970 %. Hal ini menandakan bahwa kWh meter mekanik yang digunakan untuk pengujian masih layak untuk digunakan.
2. Pada grafik 4.6 dan grafik 4.8 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai tegangan dan arus maka *error* yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena prinsip kerja dari kWh meter mekanik bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, dimana medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan arus dan kumparan tegangan dipengaruhi oleh nilai tegangan dan arus yang diberikan. Apabila nilai tegangan dan arus

tidak memenuhi spesifikasi dari komponen pada meter kWh mekanik, maka kumparan arus dan tegangan tidak dapat bekerja dengan maksimal. Sehingga dapat menyebabkan nilai error yang besar.

3. Pada grafik 4.7 dan grafik 4.9 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai tegangan dan arus, maka tingkat keakurasian yang diperoleh pada kWh meter akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena nilai *error* yang diperoleh semakin kecil.
4. Tingkat keakurasian terbaik pada kWh meter mekanik terdapat pada nilai tegangan dan arus yang paling tinggi, yaitu pada nilai arus 5A dan tegangan 230 V dengan tingkat keakurasian sebesar 99,940%.
5. Pembahasan pada poin 2 dan 3 tidak berlaku ketika pengujian dilakukan pada nilai tegangan 240 V. Pada pengujian di titik uji 240 V nilai *error* dan nilai tingkat keakurasian yang dihasilkan tidak linier atau lebih kecil dibanding nilai *error* pada pengujian di titik 230 V dan lebih besar dibanding nilai tingkat keakurasian pada pengujian di titik 230 V. Hal ini disebabkan karena tegangan titik uji 240 V melebihi dari nilai tegangan nominal yang tertera pada spesifikasi kWh meter uji, sehingga menyebabkan kinerja komponen pada meter kWh mekanik tidak dapat bekerja dengan baik.

#### **4.3. Hasil Pengujian kWh Meter Digital**

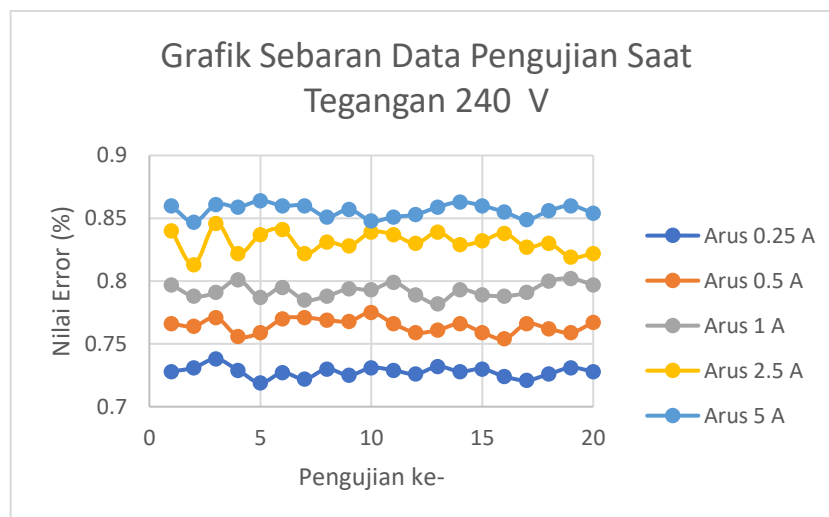
Hasil pengujian kWh Meter Digital terdiri dari:

1. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 240 V dan arus sebesar 0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; 5A

2. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 230 V dan arus sebesar .25A;  
0.5A; 1A; 2.5A; 5A
3. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 220 V dan arus sebesar .25A;  
0.5A; 1A; 2.5A; 5A
4. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 207 V dan arus sebesar .25A;  
0.5A; 1A; 2.5A; 5A
5. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 150 V dan arus sebesar .25A;  
0.5A; 1A; 2.5A; 5A

#### 4.3.1. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 240 V dan arus sebesar 0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; 5A

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh digital yang diuji. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.10 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 240 V**

Hasil pengujian kWh meter digital dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Hasil Pengujian pada Tegangan 240V dengan Variasi Arus**

Tegangan	No.	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
240 V	1	0,728	0,766	0,797	0,84	0,86
	2	0,731	0,764	0,788	0,813	0,847
	3	0,738	0,771	0,791	0,846	0,861
	4	0,729	0,756	0,801	0,822	0,859
	5	0,719	0,759	0,787	0,837	0,864
	6	0,727	0,77	0,795	0,841	0,86
	7	0,722	0,771	0,785	0,822	0,86
	8	0,73	0,769	0,788	0,831	0,851
	9	0,725	0,768	0,794	0,828	0,857
	10	0,731	0,775	0,793	0,839	0,848
	11	0,729	0,766	0,799	0,837	0,851
	12	0,726	0,759	0,789	0,83	0,853
	13	0,732	0,761	0,782	0,839	0,859
	14	0,728	0,766	0,793	0,829	0,863
	15	0,73	0,759	0,789	0,832	0,86
	16	0,724	0,754	0,788	0,838	0,855
	17	0,721	0,766	0,791	0,827	0,849
	18	0,726	0,762	0,8	0,83	0,856
	19	0,731	0,759	0,802	0,819	0,86
	20	0,728	0,767	0,797	0,822	0,854
<b>Rata-Rata</b>		<b>0,728</b>	<b>0,764</b>	<b>0,792</b>	<b>0,831</b>	<b>0,856</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>99,272</b>	<b>99,236</b>	<b>99,208</b>	<b>99,169</b>	<b>99,144</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.009</b>	<b>0.015</b>	<b>0.014</b>	<b>0.019</b>	<b>0.014</b>

Berdasarkan grafik 4.10 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 240 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai 0.728 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.272%.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup

beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai 0.764 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.236%.

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 20%Ib (1A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%Ib (0,25A) bernilai 0.792 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.208%.

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A) bernilai 0.831 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.169%.

Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 100%Ib (5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%Ib (5A) bernilai 0.856 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.144%.

Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah impuls yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu 0.009% pada saat arus 0.25A, 0.015% pada saat arus 0.5A, -0.014% pada saat arus 1A, 0.019% pada saat arus 2.5A, dan 0.014% pada saat arus 5A. Batas Kesalahan

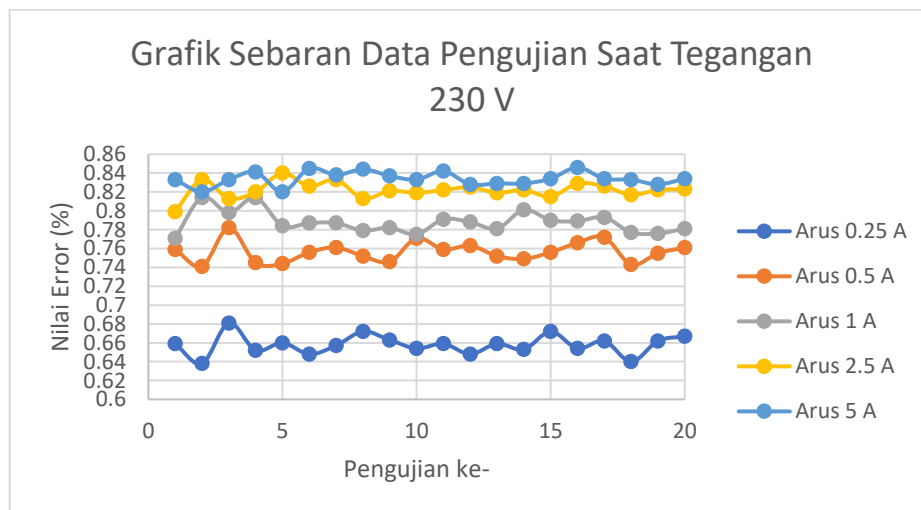
yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah  $\frac{1}{3}$  dari Batas Kesalahan yang Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 1.5%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.5 %.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin besar arus maka nilai *error* yang diperoleh semakin besar sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh semakin kecil.

#### 4.3.2. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 230 V dan arus sebesar

**0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; 5A**

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh digital yang diuji. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 230 V**

Hasil pengujian kWh meter digital pada titik ini dapat dilihat pada Tabel

4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian pada Tegangan 230V dengan Variasi Arus

Tegangan	No.	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
230 V	1	0,659	0,759	0,771	0,799	0,833
	2	0,638	0,741	0,814	0,833	0,82
	3	0,681	0,782	0,798	0,813	0,833
	4	0,652	0,745	0,814	0,82	0,841
	5	0,66	0,744	0,784	0,84	0,82
	6	0,648	0,756	0,787	0,826	0,845
	7	0,657	0,761	0,787	0,833	0,838
	8	0,672	0,752	0,779	0,813	0,844
	9	0,663	0,746	0,782	0,821	0,837
	10	0,654	0,771	0,775	0,819	0,833
	11	0,659	0,759	0,791	0,822	0,842
	12	0,648	0,763	0,788	0,825	0,828
	13	0,659	0,752	0,781	0,819	0,829
	14	0,653	0,749	0,801	0,822	0,829
	15	0,672	0,756	0,79	0,815	0,834
	16	0,654	0,766	0,789	0,829	0,846
	17	0,662	0,772	0,793	0,826	0,834
	18	0,64	0,743	0,777	0,817	0,833
	19	0,662	0,755	0,776	0,822	0,828
	20	0,667	0,761	0,781	0,823	0,834
<b>Rata-Rata</b>		<b>0,658</b>	<b>0,757</b>	<b>0,788</b>	<b>0,822</b>	<b>0,834</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>99,342</b>	<b>99,243</b>	<b>99,212</b>	<b>99,178</b>	<b>99,166</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.043</b>	<b>0.041</b>	<b>0.043</b>	<b>0.034</b>	<b>0.025</b>

Berdasarkan grafik 4.11 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 243 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai 0.658 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.342%.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib

(0,25A) bernilai 0.757 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.243%.

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 20%Ib (1A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%Ib (0,25A) bernilai 0.788 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.212%.

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A) bernilai 0.822 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.178%.

Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 100%Ib (5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%Ib (5A) bernilai 0.834 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.166%.

Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah impuls yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu 0.043% pada saat arus 0.25A, 0.043% pada saat arus 0.5A, -0.041% pada saat arus 1A, 0.034% pada saat arus 2.5A, dan 0.025% pada saat arus 5A. Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah 1/3 dari Batas Kesalahan yang

Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 1.5%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.5 %. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin besar arus maka nilai *error* yang diperoleh semakin besar sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh semakin kecil.

#### 4.3.3. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 220 V dan arus sebesar 0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; 5A

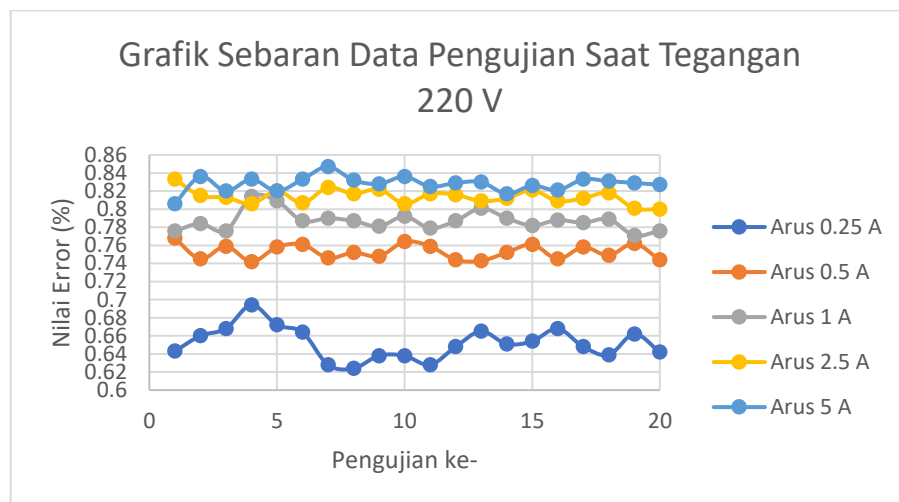
Hasil pengujian kWh meter digital pada titik ini dapat dilihat pada Tabel

4.9.

**Tabel 4.9 Hasil Pengujian pada Tegangan 220V dengan Variasi Arus**

Tegangan	No	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
220 V	1	0,643	0,768	0,776	0,833	0,806
	2	0,66	0,745	0,784	0,815	0,836
	3	0,668	0,759	0,776	0,813	0,82
	4	0,694	0,742	0,814	0,806	0,833
	5	0,672	0,758	0,809	0,82	0,82
	6	0,664	0,761	0,787	0,807	0,833
	7	0,628	0,746	0,79	0,824	0,847
	8	0,624	0,752	0,787	0,817	0,832
	9	0,638	0,748	0,781	0,822	0,828
	10	0,638	0,764	0,792	0,806	0,836
	11	0,628	0,759	0,779	0,817	0,825
	12	0,648	0,744	0,787	0,816	0,829
	13	0,665	0,743	0,801	0,809	0,83
	14	0,651	0,752	0,79	0,812	0,817
	15	0,654	0,761	0,782	0,821	0,826
	16	0,668	0,745	0,788	0,809	0,821
	17	0,648	0,758	0,785	0,812	0,833
	18	0,639	0,749	0,789	0,818	0,831
	19	0,662	0,762	0,771	0,801	0,829
	20	0,642	0,744	0,776	0,8	0,827
<b>Rata-Rata</b>		<b>0,652</b>	<b>0,753</b>	<b>0,787</b>	<b>0,814</b>	<b>0,828</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>99,348</b>	<b>99,247</b>	<b>99,213</b>	<b>99,186</b>	<b>99,172</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.026</b>	<b>0.023</b>	<b>0.038</b>	<b>0.018</b>	<b>0.016</b>

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh digital yang diuji. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 220 V**

Berdasarkan grafik 4.12 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 220 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai 0.652 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.348%.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai 0.753 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.247%.

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 20%Ib (1A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%Ib (0,25A) bernilai 0.787 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.213%.

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A) bernilai 0.814 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.186%.

Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 100%Ib (5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%Ib (5A) bernilai 0.828 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.172%.

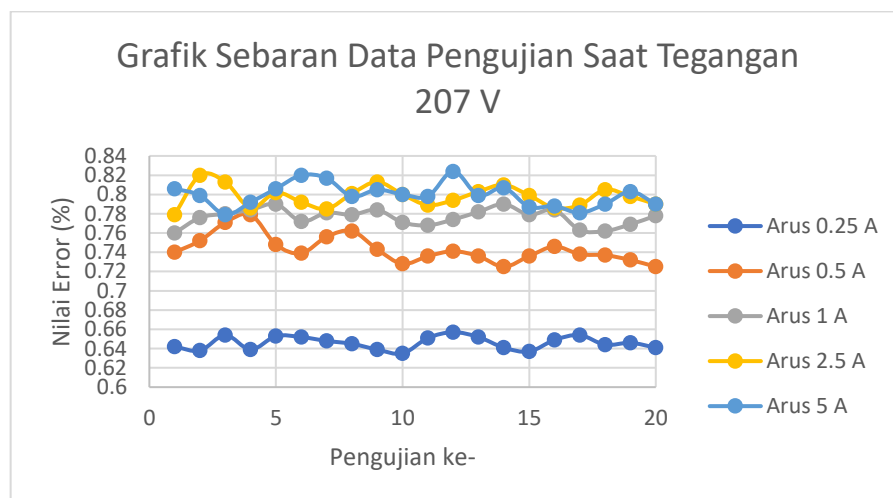
Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah impuls yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu 0.026% pada saat arus 0.25A, 0.023% pada saat arus 0.5A, -0.038% pada saat arus 1A, 0.018% pada saat arus 2.5A, dan 0.016% pada saat arus 5A. Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah 1/3 dari Batas Kesalahan yang Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas

Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 1.5%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.5 %.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin besar arus maka nilai *error* yang diperoleh semakin besar sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh semakin kecil.

#### 4.3.4. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 207 V dan arus sebesar 0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; 5A

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh digital yang diuji. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.13.



**Gambar 4.13 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 207 V**

Hasil pengujian kWh meter digital pada titik ini dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Hasil Pengujian pada Tegangan 207V dengan Variasi Arus**

Tegangan	No.	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
207 V	1	0,642	0,74	0,76	0,779	0,806
	2	0,638	0,752	0,776	0,82	0,799
	3	0,654	0,771	0,78	0,813	0,779
	4	0,639	0,779	0,784	0,786	0,792
	5	0,653	0,748	0,79	0,802	0,806
	6	0,652	0,739	0,772	0,792	0,82
	7	0,648	0,756	0,781	0,785	0,817
	8	0,645	0,762	0,779	0,801	0,798
	9	0,639	0,743	0,784	0,813	0,805
	10	0,635	0,728	0,771	0,8	0,8
	11	0,651	0,736	0,768	0,789	0,798
	12	0,657	0,741	0,774	0,794	0,824
	13	0,652	0,736	0,782	0,803	0,799
	14	0,641	0,725	0,79	0,81	0,807
	15	0,637	0,736	0,779	0,799	0,787
	16	0,649	0,746	0,784	0,786	0,788
	17	0,654	0,738	0,763	0,789	0,781
	18	0,644	0,737	0,762	0,805	0,79
	19	0,646	0,732	0,769	0,798	0,803
	20	0,641	0,725	0,778	0,79	0,79
<b>Rata-Rata</b>		<b>0,646</b>	<b>0,744</b>	<b>0,776</b>	<b>0,798</b>	<b>0,799</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>99,354</b>	<b>99,257</b>	<b>99,224</b>	<b>99,202</b>	<b>99,201</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.016</b>	<b>0.031</b>	<b>0.018</b>	<b>0.027</b>	<b>0.026</b>

Berdasarkan grafik 4.13 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 207 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai 0.646 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.354%.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup

beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai 0.744 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.257%.

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 20%Ib (1A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%Ib (0,25A) bernilai 0.776 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.224%.

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A) bernilai 0.798 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.202%.

Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 100%Ib (5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%Ib (5A) bernilai 0.799 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.201%.

Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah impuls yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu 0.016% pada saat arus 0.25A, 0.031% pada saat arus 0.5A, -0.018% pada saat arus 1A, 0.027% pada saat arus 2.5A, dan 0.026% pada saat arus 5A. Batas Kesalahan

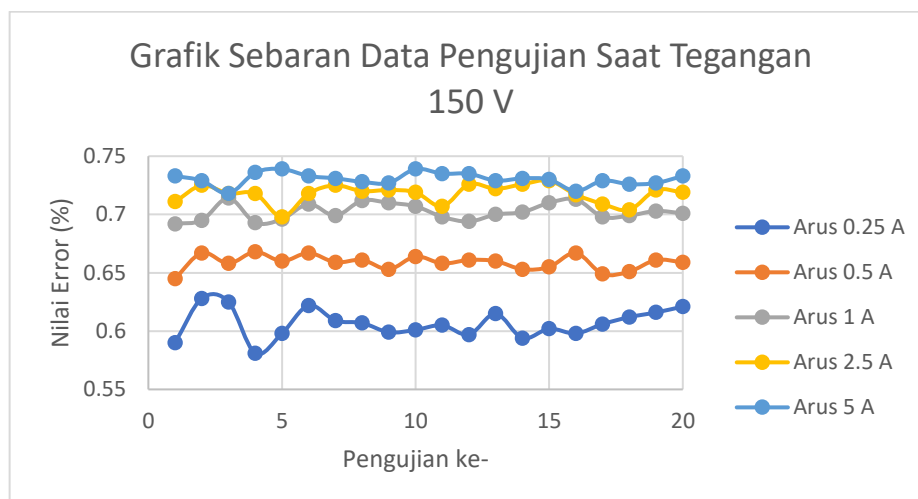
yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah  $\frac{1}{3}$  dari Batas Kesalahan yang Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 1.5%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.5 %.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin besar arus maka nilai *error* yang diperoleh semakin besar sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh semakin kecil.

#### 4.3.5. Hasil Pengujian pada saat nilai tegangan 150 V dan arus sebesar

**0.25A; 0.5A; 1A; 2.5A; 5A**

Grafik hasil pengujian mempresentasikan sebaran data dari pengujian yang dilakukan pada titik ini. Sebaran data pada hasil pengujian menunjukkan kepresisian meter kWh digital yang diuji. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.14.



**Gambar 4.14 Grafik Sebaran Data Pengujian pada Tegangan 150 V**

Hasil pengujian kWh meter digital pada titik ini dapat dilihat pada Tabel

4.11.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian pada Tegangan 150V dengan Variasi Arus

Tegangan	No.	Arus (A)				
		0.25	0.5	1	2.5	5
150V	1	0,59	0,645	0,692	0,711	0,733
	2	0,628	0,667	0,695	0,725	0,729
	3	0,625	0,658	0,714	0,718	0,718
	4	0,581	0,668	0,693	0,718	0,736
	5	0,598	0,660	0,696	0,698	0,739
	6	0,622	0,667	0,709	0,718	0,733
	7	0,609	0,659	0,699	0,725	0,731
	8	0,607	0,661	0,712	0,720	0,728
	9	0,599	0,653	0,710	0,721	0,727
	10	0,601	0,664	0,707	0,719	0,739
	11	0,605	0,658	0,698	0,707	0,735
	12	0,597	0,661	0,694	0,726	0,735
	13	0,615	0,660	0,700	0,722	0,729
	14	0,594	0,653	0,702	0,726	0,731
	15	0,602	0,655	0,710	0,729	0,73
	16	0,598	0,667	0,713	0,717	0,72
	17	0,606	0,649	0,698	0,709	0,729
	18	0,612	0,651	0,699	0,704	0,726
	19	0,616	0,661	0,703	0,721	0,727
	20	0,621	0,659	0,701	0,719	0,733
<b>Rata-Rata</b>		<b>0,606</b>	<b>0,6588</b>	<b>0,702</b>	<b>0,718</b>	<b>0,730</b>
<b>Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>99,394</b>	<b>99,3412</b>	<b>99,298</b>	<b>99,282</b>	<b>99,270</b>
<b>Ketidaktetapan maks</b>		<b>0.044</b>	<b>0.022</b>	<b>0.021</b>	<b>0.017</b>	<b>0.018</b>

Berdasarkan grafik 4.14 dapat dilihat sebaran data hasil pengujian di titik tegangan 150 V. Garis berwarna biru tua merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib (0,25A) bernilai 0.606 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.394%.

Garis berwarna jingga merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 10%Ib (0.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%Ib

(0,25A) bernilai 0.6588 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.341%.

Garis berwarna abu-abu merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 20%Ib (1A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%Ib (0,25A) bernilai 0.702 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.298%.

Garis berwarna kuning merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%Ib (2.5A) bernilai 0.718 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.282%.

Garis berwarna biru muda merupakan data pengujian pada saat arus bernilai 100%Ib (5A). Pada titik ini dapat dilihat bahwa sebaran data yang dihasilkan cukup beraturan. Rata-rata nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%Ib (5A) bernilai 0.730 % sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh adalah sebesar 99.270%.

Data hasil pengujian yang dihasilkan di setiap variasi arus mengalami hasil data yang tidak tetap / *floating*. Hal ini disebabkan karena jumlah impuls yang digunakan untuk memperoleh nilai *error* cukup sedikit. Tetapi nilai ketidaktetapan data terbesar yang diperoleh masih dalam Batas Kesalahan Yang Diizinkan, yaitu 0.044% pada saat arus 0.25A, 0.022% pada saat arus 0.5A, -0.021% pada saat arus 1A, 0.017% pada saat arus 2.5A, dan 0.018% pada saat arus 5A. Batas Kesalahan yang Diizinkan untuk nilai ketidaktetapan adalah 1/3 dari Batas Kesalahan yang

Diizinkan pada pengujian, misalnya untuk pengujian pada arus sebesar 5A, Batas Kesalahan yang diizinkan pada pengujian adalah 1.5%, maka batas kesalahan yang diizinkan pada nilai ketidaktetapan adalah 0.5 %.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat semakin besar arus maka nilai *error* yang diperoleh semakin besar sehingga tingkat keakurasian yang diperoleh semakin kecil.

#### **4.3.6. Hasil Pengujian Keseluruhan Variasi Tegangan dan Arus Terhadap *Error* dan Tingkat Akurasi**

Hasil pengujian keseluruhan dari pengaruh variasi tegangan dan arus terhadap hasil error dan tingkat akurasi dapat dilihat pada Tabel 4.12.

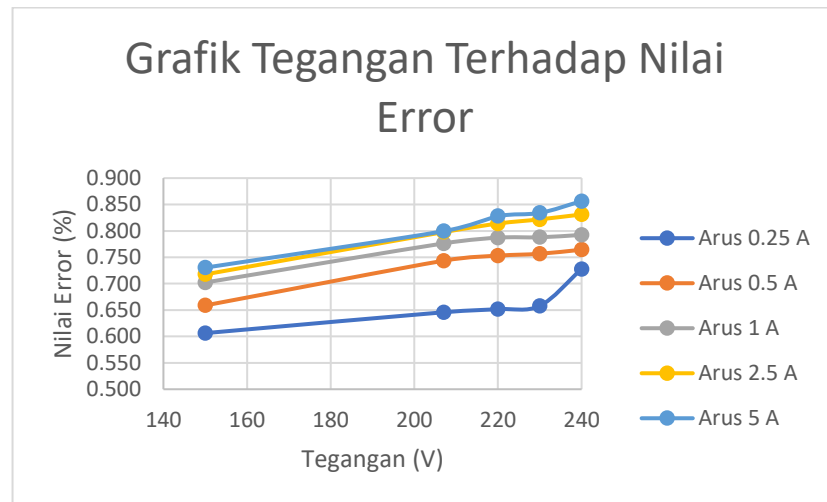
**Tabel 4.12 Pengaruh Variasi Tegangan dan Arus Terhadap Error dan Tingkat Akurasi**

<b>Arus</b>	<b>Tegangan</b>	<b>Tingkat Akurasi</b>	<b>Error</b>
<b>0.25A</b>	240	99,272	0,728
	230	99,342	0,658
	220	99,348	0,652
	207	99,354	0,646
	150	99,394	0,606
<b>0.5A</b>	240	99,236	0,764
	230	99,243	0,757
	220	99,247	0,753
	207	99,257	0,744
	150	99,341	0,659
<b>1A</b>	240	99,208	0,792
	230	99,212	0,788
	220	99,213	0,787
	207	99,224	0,776
	150	99,298	0,702
<b>2.5A</b>	240	99,169	0,831
	230	99,178	0,822
	220	99,186	0,814
	207	99,202	0,798
	150	99,282	0,718
<b>5A</b>	240	99,144	0,856
	230	99,166	0,834
	220	99,172	0,828
	207	99,201	0,799
	150	99,270	0,730

Data pada tabel di atas kemudian dipresentasikan dalam beberapa grafik,

yaitu:

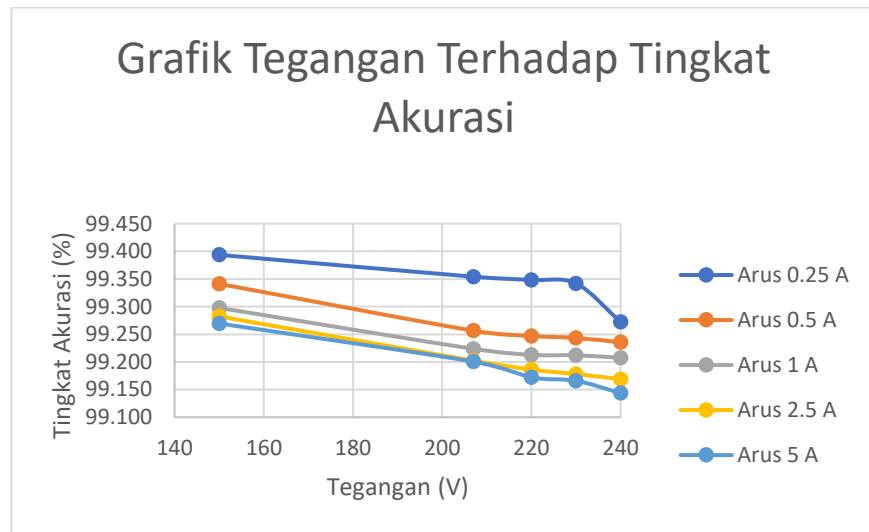
### 1. Grafik Tegangan terhadap Nilai Error



**Gambar 4.15 Grafik Tegangan Terhadap Nilai Error**

Grafik 4.15 menunjukkan pengaruh tegangan terhadap nilai *error* yang dipresentasikan berdasarkan data pada tabel 4.12. Garis berwarna biru tua menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%I<sub>b</sub> (0.25 A). Garis berwarna jingga menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%I<sub>b</sub> (0.5 A). Garis berwarna abu-abu menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%I<sub>b</sub> (0.5 A). Garis berwarna kuning menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%I<sub>b</sub> (2.5 A). Garis berwarna biru muda menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%I<sub>b</sub> (5 A). Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai tegangan, maka semakin besar nilai *error* yang dihasilkan.

## 2. Grafik Tegangan terhadap Tingkat Akurasi

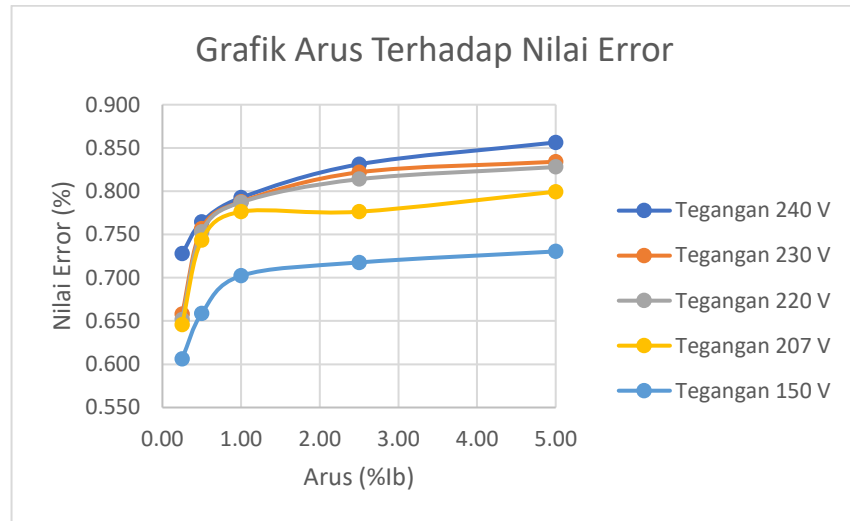


**Gambar 4.16 Grafik Tegangan Terhadap Tingkat Akurasi**

Grafik 4.16 menunjukkan pengaruh tegangan terhadap tingkat akurasi yang dipresentasikan berdasarkan data pada tabel 4.12. Garis berwarna biru tua menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai 5%I<sub>b</sub> (0.25 A). Garis berwarna jingga menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%I<sub>b</sub> (0.5 A). Garis berwarna abu-abu menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai 10%I<sub>b</sub> (0.5 A). Garis berwarna kuning menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai 50%I<sub>b</sub> (2.5 A). Garis berwarna biru muda menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat arus bernilai 100%I<sub>b</sub> (5 A). Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai tegangan, maka semakin kecil tingkat akurasi yang dihasilkan. Tingkat akurasi yang dihasilkan pada tegangan

yang kecil semakin mendekati nilai 100% yang menandakan tingkat akurasi pada kWh meter semakin baik.

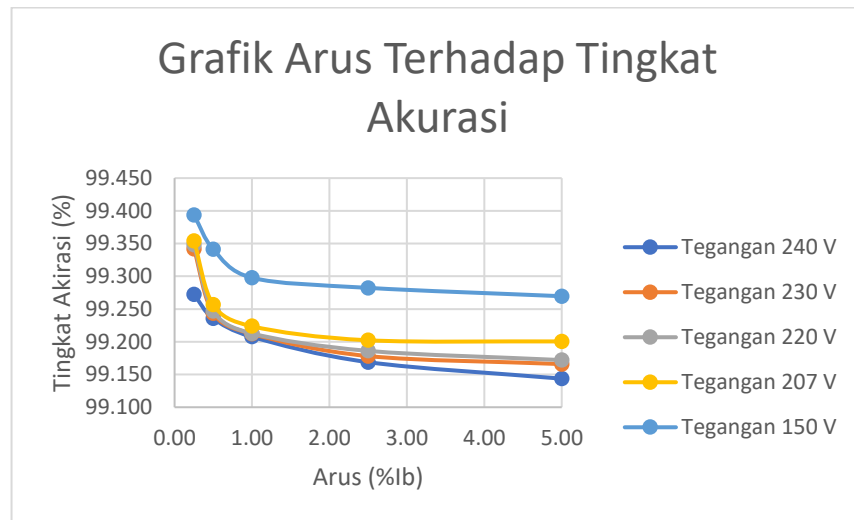
### 3. Grafik Arus terhadap Nilai Error



**Gambar 4.17 Grafik Arus Terhadap Nilai Error**

Grafik 4.17 menunjukkan pengaruh arus terhadap nilai *error* yang dipresentasikan berdasarkan data pada tabel 4.12. Garis berwarna biru tua menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 240V. Garis berwarna jingga menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 230 V. Garis berwarna abu-abu menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 220 V. Garis berwarna kuning menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 207 V. Garis berwarna biru muda menunjukkan nilai *error* yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 150 V. Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai arus, maka nilai *error* yang dihasilkan semakin besar.

#### 4. Grafik Arus terhadap Tingkat akurasi



**Gambar 4.18 Grafik Arus Terhadap Tingkat Akurasi**

Grafik 4.18 menunjukkan pengaruh arus terhadap tingkat akurasi yang dipresentasikan berdasarkan data pada tabel 4.12. Garis berwarna biru tua menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 240V. Garis berwarna jingga menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 230 V. Garis berwarna abu-abu menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 220 V. Garis berwarna kuning menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 207 V. Garis berwarna biru muda menunjukkan tingkat akurasi yang dihasilkan pada saat tegangan bernilai 150 V. Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai arus, maka tingkat akurasi yang dihasilkan semakin kecil, dan sebaliknya. Tingkat akurasi paling baik adalah pada saat arus bernilai 5 %Ib (0.25A).

#### 4.4. Pembahasan Hasil Pengujian kWh Meter Digital

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. *Error* pada kWh meter masih dapat ditoleransi sesuai dengan batas *error* berdasarkan syarat teknis kWh meter Nomor 161 Tahun 2019 yang menyatakan bahwa batas *error* kWh meter kelas 1 adalah  $\pm 1,5$  %. Nilai *error* yang diperoleh pada kWh meter digital ada di rentang 0.606% hingga 0.856%. Hal ini menandakan bahwa kWh meter digital yang digunakan untuk pengujian masih mempunyai kinerja yang baik.
2. Pada grafik 4.6 dan grafik 4.8 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai tegangan dan arus maka *error* yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena prinsip kerja kWh digital sangat dipengaruhi oleh komponen elektronik misalnya mikrokontroler, ADC, resistor, dan lain-lain yang terintegrasi menjadi suatu rangkaian elektronik. Berdasarkan jurnal Bangun Julianto dan Supriyadi yang berjudul “Pengaruh Suhu Terhadap Hambatan Rangkaian Listrik” mengatakan bahwa semakin besar suhu maka hambatan yang dihasilkan akan semakin besar. Pada penelitian oleh MSU, Agnes, dkk (MSU, Agnes, dkk. 2021) semakin tinggi suhu maka kemampuan isolasi pada resistor akan semakin rendah. Hal ini dapat memungkinkan nilai *error* yang dihasilkan pada kWh digital semakin besar.
3. Pada grafik 4.7 dan grafik 4.9 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai tegangan dan arus, maka tingkat keakurasian yang diperoleh pada kWh meter akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena nilai *error* yang diperoleh semakin besar.

4. Tingkat keakurasian yang terbaik pada kWh meter digital terdapat pada nilai tegangan dan arus paling rendah, yaitu pada nilai arus 0.25A dan tegangan 150 V dengan tingkat keakurasian sebesar 99,394%.
5. Nilai yang dihasilkan pada pengujian meter kWh digital cenderung lebih stabil dan linier dibandingkan pada meter kWh mekanik. Hal ini disebabkan karena pada meter kWh digital dilengkapi dengan ADC dan mikrokontroler yang berfungsi sebagai penghitung nilai energi yang digunakan secara otomatis dan sesuai dengan nilai tegangan dan arus yang diberikan.

#### **4.5. Perbandingan Tingkat Akurasi Meter kWh Mekanik 1 fasa dan Meter Digital 1 Fasa**

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diperoleh pada data di atas, dapat dilihat perbedaan pada tingkat akurasi meter kWh mekanik 1 fasa dan Meter Digital 1 fasa yang dipengaruhi oleh variasi nilai tegangan dan arus. Pada meter kWh mekanik 1 fasa, ketika diberikan nilai tegangan dan arus yang nilainya semakin besar maka tingkat akurasi akan semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada data hasil pengujian ketika nilai arus pada 5A dan tegangan 230 V tingkat akurasi yang diperoleh adalah 99,940 %. Namun ketika nilai arus dan tegangan yang diberikan semakin kecil, maka tingkat akurasi yang diperoleh semakin kecil. Hal ini dapat dilihat pada data hasil pengujian ketika nilai arus 0.25A dan tegangan 150 V tingkat akurasi yang diperoleh adalah 98,031%.

Pada meter kWh digital tingkat akurasi berbanding terbalik dengan meter kWh mekanik. Semakin kecil nilai arus dan tegangan yang diberikan maka semakin besar tingkat akurasi yang diperoleh. Hal ini dapat dilihat pada data hasil pengujian ketika nilai arus 0.25A dan tegangan 150 V tingkat akurasi yang diperoleh adalah

99,394 %. Namun ketika nilai arus dan tegangan yang diberikan semakin besar, maka tingkat akurasi yang diperoleh semakin kecil, yaitu 99,144% pada nilai arus 5%I<sub>b</sub> dan tegangan 240V.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan pengujian yang telah ditentukan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir ini dapat disimpulkan bahwa tingkat keakurasian yang diakibatkan oleh variasi nilai tegangan dan arus pada meter kWh mekanik berbanding terbalik dengan tingkat keakurasian yang diakibatkan oleh variasi tegangan dan arus pada meter kWh digital. Tingkat keakurasian yang terbaik pada kWh meter mekanik terdapat pada nilai tegangan dan arus yang paling tinggi yaitu pada nilai arus 5A dan tegangan 230 V dengan tingkat keakurasian sebesar 99,940%. Sedangkan tingkat keakurasian yang terbaik pada kWh meter digital terdapat pada nilai tegangan dan arus paling rendah, yaitu pada nilai arus 0.25A dan tegangan 150 V dengan tingkat keakurasian sebesar 99,394%.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan pengujian variasi tegangan dan arus terhadap tingkat keakurasian Meter kWh Mekanik dan Meter kWh digital dapat disarankan bahwa

1. Dilakukan penelitian dengan menambahkan variabel variasi nilai  $\cos \phi$  dan frekuensi terhadap tingkat keakurasian antara kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa
2. Dilakukan penelitian lebih dalam mengenai komponen-komponen meter kWh mekanik dan digital untuk mengetahui penyebab pasti dari nilai error yang ditimbulkan.

3. Pengujian dilakukan terhadap lebih dari 1 buah kWh meter mekanik 1 fasa dan kWh meter digital 1 fasa agar hasil yang diperoleh lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

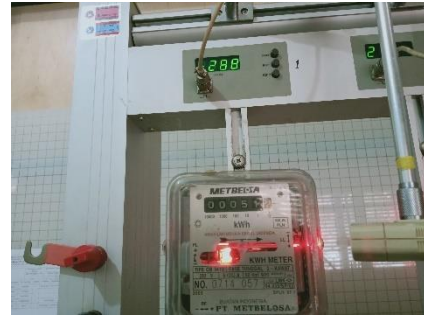
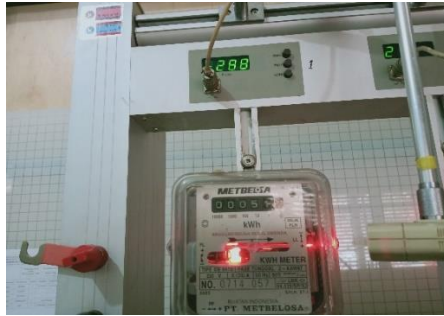
- AS, Rahmat, Lily S, Patras, Glanny M. Ch. Mangindaan. 2017. “Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Kotamobagu Dan Perbaikan” dalam jurnal Teknik Elektro dan Komputer Volume 6 Nomor 2 (Hal 1-8). Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- E.W, Andrian, Suleman, Aziz Setyawan Hidayat, dan Fanny Fatma Wati. September 2018. “Detektor Kebocoran Listrik Rumah Berbasis Arduino” dalam jurnal Sains dan Manajemen Volume 8 Nomor 2 (Halaman 40-49). Jakarta: Universitas Bina Sarana Informatika.
- Firtya, Neneng, Delovita Ginting, Sri Fitria Retnawaty, dkk. November 2017. “Pentingnya Akurasi Dan Presisi Alat Ukur Dalam Rumah Tangga” dalam jurnal Untuk Mu Negeri Volume 1 Nomor 2 (Hal 61-64). Riau: Universitas Muhammadiyah Riau
- Gideon, Samuel, Koko Pratama Saragih. “Analisis Karakteristik Listrik Arus Searah dan Arus Bolak-Balik” dalam jurnal Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art of Life (Hal 262-266). Medan: Politeknik Teknologi Kimia dan Industri Medan
- Gunawan, Dendi, Yanu Shalahuddin dan Danang Erwanto. 2018. “Studi Komparasi Kwh Meter Pascabayar Dengan Kwh Meter Prabayar Tentang Akurasi Pengukuran Terhadap Tarif Listrik Yang Bervariasi” dalam jurnal Sistem Kendali Tenaga Elektonika Telekomunikasi Komputer Volume 7 Nomor 1 (Halaman:158-168). Kediri: Fakultas Teknik Universitas Islam Kediri.
- Indahsari, Anis Nur dan Galih Setyawan. 1 Januari 2020. “Analisis Perbandingan Error Uji *Pulse* Dan Uji *Register* Meter kWh Semi Elektronik Fasa Tunggal Metode Waktu” dalam jurnal Teknik dan Sains Volume 1 Nomor 1 (Hal 29-35). Sumbawa: Fakultas Teknik Universitas Teknologi Sumbawa.
- Jayyid, Unzhil Latif. 2016. “Analisis Penggunaan kWh Meter Pascabayar dan kWh Meter Prabayar 1 Fasa di PT. PLN (Persero)”. Medan

- JJackson, FFitriono dan Y Afrida. September 2021. "Analisa Data Hasil Pengukuran Beban Motor Listrik 1 Fasa pada kWh Analog dan kWh Digital" dalam jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Volume 15 Nomor 3 (Hal 181-191). Bandar Lampung: Universitas Muhammadiyah Lampung
- Julianto, Bangun dan Supriyadi. November 2013. "Pengaruh Suhu Terhadap Hambatan Rangkaian Listrik" dalam jurnal Fisika Volume 3 Nomor 2 (Hal102-104). Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Kementrian Perdagangan RI. 2018. "*Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2018 Tentang Tera Dan Tera Ulang Alat-Alat Ukur, Takar, Timbang, Dan Perlengkapannya*". Jakarta.
- Kementerian Perdagangan RI. 2019. "*Keputusan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri No. 161 Tahun 2019 tentang Syarat Teknis Meter kWh*". Jakarta
- MSU, Agnes, Abdul Syakur, dan Hermawan. Mei 2021. "*Analysis of Leakage Current and Insulator Resistivity for Quality Assurance of Medium Voltage Network Polymer Insulators Alumina - SiO<sub>2</sub> in Tropical Climate Simulator Room*" dalam jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan Volume 42 Nomor 1 (Hal 10-19). Semarang: Universitas Diponegoro.
- PT.PLN (Persero). 1995. *SPLN 1: 1995 "Tegangan-Tegangan Standar"*. Jakarta
- Panuntun, Muhammad Panji. 2018. "Pengujian kWh Meter Analog dan kWh Meter Digital Menggunakan Beban Induktif". Surakarta.
- R. Nataliani, F.X.N. Soelami, E.M. Budi. 2014. "Pembuatan Perangkat Keras dan Analisa Sub-Metering Konsumsi Energi Listrik," dalam jurnal Otomatis, Kontrol, dan Instrumentasi Vol. 6 No. 1 (hal 25-34). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Ridwan, Mohammad. 2017. "*Bahan Ajar Peneraan Meter kWh Dinamis*". Bandung

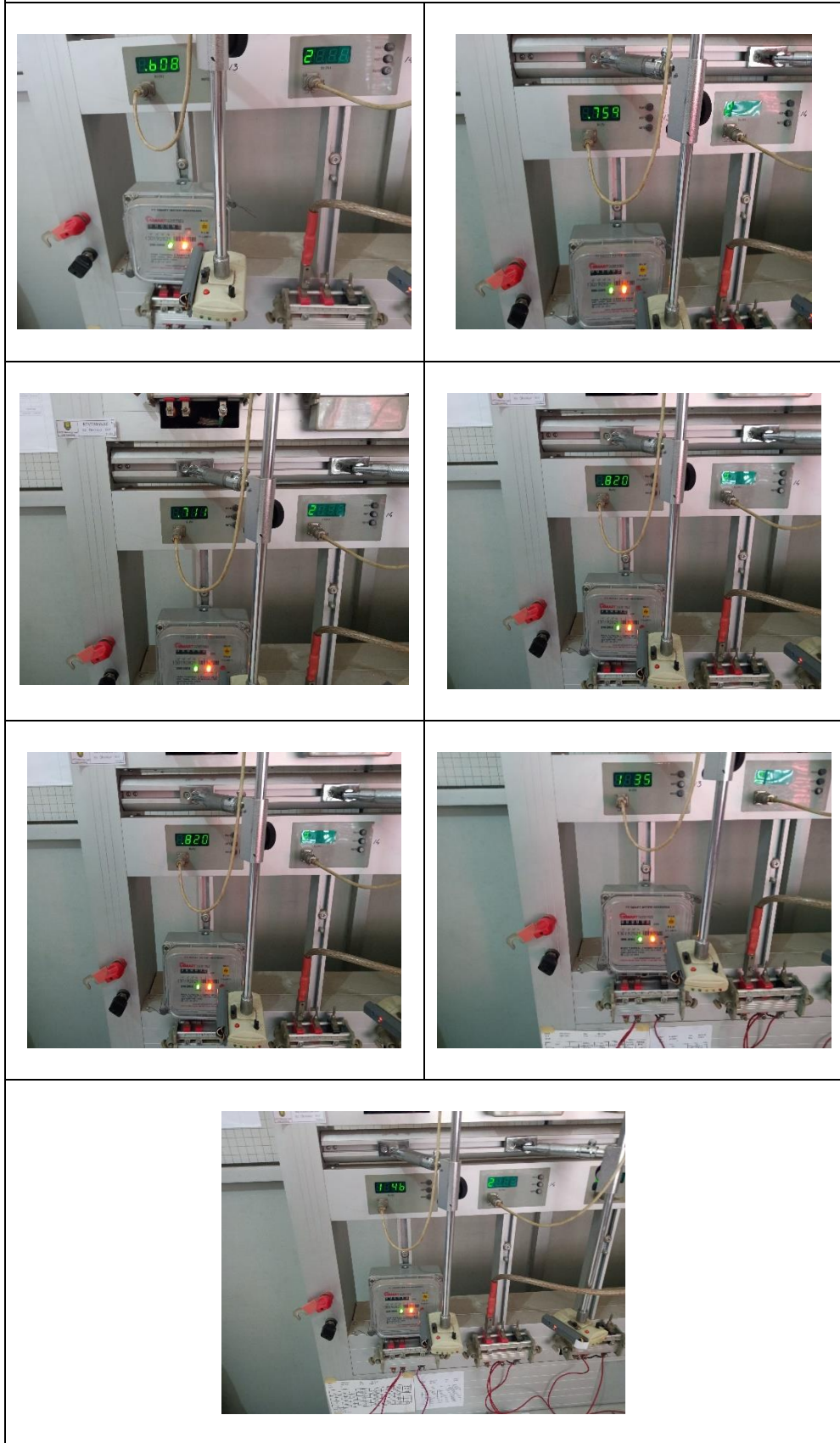
- RN, Andi, Risdayana, Eva Yuliani dan Vovi. Juli 2019. “Karakteristik Arus Dan Tegangan Pada Rangkaian Seri Dan Rangkaian Paralel Dengan Menggunakan Resistor” dalam jurnal Ilmiah d’Computare Volume 9 (Hal 40-43). Palopo: Universitas Cokroaminoto
- Salahuddin. 2016. “Perbandingan Energi Listrik Kwh Prabayar Dengan Pascabayar”, dalam jurnal Energi Elektrik Volume 5 Nomor 2 (Hal 11-19). Aceh: Universitas Malikulsaleh.
- Setiawan S.T, M.T., Agus. 2016. “Diktat Kuliah Analisis Numerik” (hal 11-12). Tangerang Selatan: Universitas Pembangunan Jaya
- Surya D, Yusmartarto, dan Akhiruddin. 2019. “*Studi Sistem Peneraan kWh Meter*”, dalam jurnal Electrical Technology Volume 4 No. 3, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Tharo Zuraidah, 2017. “Analisa Perbedaan kWh meter Pascabayar dan Prabayar ditinjau dari sifat Teknisnya”. Medan: Unvesitas Pembangunan Panca Budi.
- Warung Sains Teknologi. “[Pengukuran Analitik] Perbedaan Akurasi dan Presisi”, <https://warstek.com/akurasi-dan-presisi/>, diakses pada 03 September 2021 pukul 11.12 WIB.

## LAMPIRAN A. FOTO-FOTO PENGUJIAN

## Penunjukan Nilai Error Pada kWh Meter Mekanik



Penunjukan Nilai Error pada kWh Meter Digital



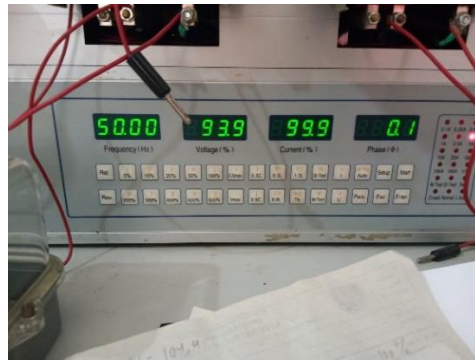
Proses Pencatatan Data



Posisi Pemasangan kWh Meter Mekanik dan kWh Meter Digital



Tampilan pada Display Indikator Parameter



LAMPIRAN B. CERAPAN PENGUJIAN METER kWh Mekanik

CERAPAN kWh METER MEKANIK

Merk/Type/No. Seri: Fuji Dharmas Electric / FA14AJ12 / 568843 Konstanta: 900 put / kWh

No.	Tegangan (V)	ERROR (%)																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	240	5	0,637	0,658	0,725	0,829	0,719	0,669	0,702	0,801	0,861	0,799	0,801	0,767	0,672	0,821	0,787	0,802	0,658	0,786	0,792		
		10	0,024	0,137	0,026	0,155	0,144	0,099	0,255	0,117	0,098	0,101	0,099	0,087	0,116	0,102	0,092	0,081	0,101	0,083	0,057	0,091	
		20	-0,268	-0,249	-0,269	-0,249	-0,155	-0,180	-0,148	-0,262	-0,245	-0,217	-0,260	-0,268	-0,292	-0,299	-0,247	-0,289	-0,201	-0,266	-0,217	-0,155	
		50	-0,317	-0,335	-0,295	-0,29	-0,234	-0,261	-0,234	-0,331	-0,274	-0,278	-0,278	-0,266	-0,259	-0,302	-0,299	-0,267	-0,281	-0,201	-0,201	-0,208	
		100	-0,028	-0,045	-0,081	-0,041	-0,055	-0,112	-0,116	-0,067	-0,067	-0,071	-0,071	-0,071	-0,071	-0,071	-0,071	-0,071	-0,071	-0,071	-0,071	-0,071	
2	230	5	-0,286	-0,304	-0,381	-0,398	-0,366	-0,305	-0,271	-0,296	-0,291	-0,258	-0,185	-0,242	-0,245	-0,297	-0,266	-0,218	-0,259	-0,201	-0,201	-0,208	
		10	-0,242	-0,157	-0,272	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	-0,244	
		20	-0,221	-0,226	-0,235	-0,235	-0,210	-0,214	-0,220	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	-0,223	
		50	-0,105	-0,091	-0,114	-0,103	-0,103	-0,098	-0,101	-0,087	-0,099	-0,112	-0,119	-0,099	-0,114	-0,131	-0,144	-0,144	-0,144	-0,144	-0,144	-0,144	-0,144
		100	-0,055	-0,064	-0,074	-0,095	-0,085	-0,055	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064
3	220	5	-0,482	-0,421	-0,421	-0,283	-0,291	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	-0,283	
		10	-0,261	-0,257	-0,231	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	-0,232	
		20	-0,192	-0,192	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	-0,139	
		50	-0,091	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	
		100	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047	-0,047
4	207	5	-0,892	-0,791	-0,492	-0,473	-0,488	-0,457	-0,471	-0,482	-0,448	-0,462	-0,453	-0,429	-0,429	-0,429	-0,429	-0,429	-0,429	-0,429	-0,429	-0,429	
		10	-0,437	-0,497	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	-0,492	
		20	-0,318	-0,308	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	-0,326	
		50	-0,204	-0,259	-0,280	-0,265	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	-0,260	
		100	-0,108	-0,105	-0,135	-0,114	-0,115	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	
5	150	5	-1,09	-2,116	-1,76	-2,110	-1,81	-1,72	-1,98	-2,09	-2,09	-2,00	-1,81	-1,79	-1,65	-1,65	-1,65	-1,65	-1,65	-1,65	-1,65	-1,65	
		10	-1,044	-1,173	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	
		20	-1,15	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	-1,23	
		50	-0,591	-0,491	-0,465	-0,514	-0,521	-0,489	-0,491	-0,517	-0,501	-0,488	-0,491	-0,501	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474	-0,474	
		100	-0,258	-0,236	-0,227	-0,247	-0,237	-0,237	-0,247	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	-0,237	

Tanggal Pengujian : 19 Desember 2014  
 Penguji : Eka Astutiyantri  
 Koordinator Mutu : Darda Nasadi W.S.T



LAMPIRAN D. SERTIFIKAT *TEST BENCH* METER kWh

DIREKTORAT JENDERAL PERLINDUNGAN KONSUMEN DAN TERTIB NIAGA  
DIREKTORAT METROLOGI

Jl. Pasteur No. 27 Bandung 40171  
Telp. (022) 4203887 (Bandung), Fax. (022) 4207005

K-19-003507

**SERTIFIKAT KALIBRASI**

Calibration certificate

Nomor : 2189 / PKTN.4.7 / 11 / 2019

Nama Alat : TEST BENCH METER kWh  
*Measuring instrument*

Merek / Bustan : HSIANG CHENG / CHINA  
*Trade mark / manufactured by*  
Model / Tipe : PTC-8125d / -  
*Model / Type*  
Nomor Seri (ID) : 0905049  
*Serial Number*  
Kapasitas : 220 V ; 100 A  
*Capacity*  
Kelas : 0,1  
*Class*

Pemilik : UPTD METROLOGI LEGAL KOTA SEMARANG  
*User*  
Jl. Imam Bonjol No.110 Semarang

Sertifikat ini terdiri dari 3 (tiga) halaman  
*This certificate consists of 3 (three) pages*

Bandung, 14 November 2019

a.n. Direktur Metrologi  
Kepala Balai Pengelolaan  
Standar Nasional Satuan Ukuran,



Dilarang menggandakan sebagian dari (a) sertifikat ini tanpa ijin tertulis dari Direktorat Metrologi Bandung

FO BANGLU BERT 01.00



Lampiran sertifikat No. 2169 / PKTN 4.7 / 11 / 2019

ARUS AC PADA Tegangan 230 V : FAKTOR DAYA 1					
Pemilihan Alat		Kesalahan		Ketidakpastian	
5,015	A	- 0,0024	A	0,0068	A
2,510	A	- 0,0013	A	0,0065	A
1,006	A	+ 0,00102	A	0,00594	A
0,5080	A	+ 0,00096	A	0,00580	A
0,2578	A	+ 0,00084	A	0,00568	A
0,1056	A	- 0,00070	A	0,00568	A

**Catatan:**

- Hasil yang dinyatakan dalam sertifikat ini, hanya terkait dengan busang yang dikalibrasi.
- Ketidakpastian pengukuran dinyatakan pada tingkat kepercayaan sebesar 95% dengan faktor cakupan  $k=2$ .

Kepala Balai Pengelolaan  
Standar Nasional Geometri Ukuran,

Aen Jundi, S.St.  
NIP. 19660820 199803 1 001

Lampiran mengpendakan sebagian dari isi sertifikat ini terdapat tertulis dari Direktorat Metrologi Bandung  
halaman 3 dari 3