



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DEVIASI
DAN *UNCERTAINTY* PENGUKURAN ARUS DAN DAYA
INPUT PADA PENGUJIAN *SAFETY* IEC 60335-1
DAN IEC 60335-2-80**

SKRIPSI

FITRI MUHAMADY

0706199331

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JANUARI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DEVIASI
DAN *UNCERTAINTY* PENGUKURAN ARUS DAN DAYA
INPUT PADA PENGUJIAN *SAFETY* IEC 60335-1
DAN IEC 60335-2-80**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**FITRI MUHAMADY
0706199331**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JANUARI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Fitri Muhamady

NPM : 0706199331

Tanda Tangan :

Tanggal : 4 Januari 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Fitri Muhamady
NPM : 0706199331
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Deviasi dan
Uncertainty Pengukuran Arus dan Daya Input
Pengujian Safety IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr Ir. Iwa Garniwa, MKMT (.....)

Penguji : Aji Nur Widyanto, ST. MT. (.....)

Penguji : Budi Sudiarto, ST. MT. (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 4 Januari 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, M K MT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (2) Orang tua, Istriku tercinta Siti Nurhayati, Anak – anakku Nabila dan Rasya tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan inspirasi, motivasi untuk saya.
- (3) Bapak AVP SBU JUM Laboratorium, Bapak/Ibu SM Operasional Laboratorium, Bapak Manager Laboratorium Teknik PT. Sucofindo yang telah memberikan dukungannya kepada saya untuk dapat menempuh Tugas Belajar jenjang S1 di Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- (4) Rekan-rekan di lingkungan unit kerja Laboratorium PT. Sucofindo, dan
- (5) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 4 Januari 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitri Muhamady
NPM : 0706199331
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DEVIASI DAN
UNCERTAINTY PENGUKURAN ARUS DAN DAYA INPUT PADA
PENGUJIAN SAFETY IEC 60335-1 DAN IEC 60335-2-80**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 4 Januari 2010
Yang menyatakan

(Fitri Muhamady)

ABSTRAK

Nama : Fitri Muhamady
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Deviasi dan
Uncertainty Pengukuran Arus dan Daya Input
Pengujian *Safety* IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80.

Deviasi dan ketidakpastian (*uncertainty*) pengukuran saat ini merupakan persyaratan mutlak atau regulasi wajib yang dipersyaratkan oleh nasional dan juga dunia internasional selain persyaratan ketidakpastian dibidang kalibrasi peralatan. Deviasi dan *uncertainty* pengujian ini diterapkan dalam kaitannya untuk menjamin hasil pengukuran yang dilakukan mempunyai kualitas uji yang baik dan mempunyai ketelusuran (*treasibility*) pengukuran secara nasional maupun internasional. Pengujian keselamatan (*safety*) adalah salah satu pengujian produk yang menjadi persyaratan utama disetiap negara maju maupun berkembang di dunia untuk melindungi masyarakatnya dari produk – produk yang mungkin membahayakan keselamatan pada saat penggunaannya karena mayoritas pengguna tidak memahami persyaratan keselamatan pada produk – produk tersebut. Temperatur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai deviasi dan *uncertainty* pengukuran sehingga kondisi temperatur ideal saat pengukuran sesuai standar sangat dipersyaratkan sehingga deviasi dan *uncertainty* pengukuran dapat diminimalkan.

Kata kunci :

Uncertainty, treacibility, regulasi, safety, produk & temperatur.

ABSTRACT

Name : Fitri Muhamady
Study Program : Electrical Engineering
Judul : Deviation & Uncertainty Current and Power Measurement
Analysis with Temperature influence for Safety Testing
IEC 60335-1 and IEC 60335-2.80.

Deviation and measurement uncertainty for safety testing currently is national regulation and international requirement and it is mandatory standard if the product wants to come in to the country like the calibration uncertainty require. Deviation and measurement uncertainty applicable in the product to ensure the measurement have good quality and treasible to the national and international requirement measurement. Safety testing is one of the testing product was required at the national and international for protect the people in this country from product substandard because most of the people not understand dangerous of the product while use it. Temperature is one of factor influence deviation and measurement uncertainty, so the ideal temperature condition must be required minimizing deviation and measurement uncertainty.

Key word :

Uncertainty, treacibility, regulation, safety, product and temperature.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
2. LANDASAN TEORI	5
2.1 Istilah & Definisi.....	5
2.2 Konsep Umum	8
2.3 Sumber Ketidakpastian	9
2.4 Klasifikasi Komponen Ketidakpastian	10
2.5 Ketidakpastian Baku Tipe A	11
2.6 Ketidakpastian Baku Tipe B	14
2.7 Ketidakpastian Baku Gabungan.....	17
2.8 Ketidakpastian Bentangan	19
2.9 Best Measurement Capability	19
2.10 Pengujian safety IEC 60335-1 & 60335-2.80.....	20
3. DATA PENGUKURAN	24
3.1 Pengukuran arus dan daya input	24
3.1.1 Pengukuran dengan alat ukur digital.....	24
3.1.2 Pengukuran dengan alat ukur analog	24
3.1.3 Spesifikasi alat ukur	25
3.1.3.1 Spesifikasi alat ukur digital.....	25
3.1.3.2 Spesifikasi alat ukur analog	25
3.1.4 Skematik rangkaian pengukuran arus dan daya input.....	26
3.1.5 Set-up pengukuran arus dan daya input alat ukur digital.....	27
3.1.6 Set-up pengukuran arus dan daya input alat ukur analog	28
3.1.7 Data pengukuran alat ukur digital.....	29
3.1.7.1 Data pengukuran arus dan daya input suhu 10 °C	29
3.1.7.2 Data pengukuran arus dan daya input suhu 23 °C	30
3.1.7.3 Data pengukuran arus dan daya input suhu 30 °C	31

3.1.7.4	Data pengukuran arus dan daya input suhu 40 °C	32
3.1.7.5	Data pengukuran arus dan daya input suhu 50 °C	33
3.1.7.6	Data pengukuran arus dan daya input suhu 60 °C	34
3.1.8	Data pengukuran alat ukur analog	35
3.1.8.1	Data pengukuran arus dan daya input suhu 10 °C	35
3.1.8.2	Data pengukuran arus dan daya input suhu 23 °C	36
3.1.8.3	Data pengukuran arus dan daya input suhu 30 °C	37
3.1.8.4	Data pengukuran arus dan daya input suhu 40 °C	38
3.1.8.5	Data pengukuran arus dan daya input suhu 50 °C	39
3.1.8.6	Data pengukuran arus dan daya input suhu 60 °C	40
3.1.9	Resume data pengukuran setiap kondisi	41
3.1.9.1	Resume data pengukuran alat digital setiap kondisi	41
3.1.9.2	Resume data pengukuran alat analog setiap kondisi.....	42
4.	ANALYSIS & PERHITUNGAN DATA	43
4.1	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input dengan alat ukur digital	43
4.1.1	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 10 °C	43
4.1.2	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 23 °C	44
4.1.3	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 30 °C	45
4.1.4	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 40 °C	46
4.1.5	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 50 °C	47
4.1.6	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 60 °C	48
4.2	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input dengan alat ukur analog	49
4.2.1	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 10 °C	49
4.2.2	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 23 °C	50
4.2.3	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 30 °C	51
4.2.4	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 40 °C	52
4.2.5	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 50 °C	53
4.2.6	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya pada suhu 60 °C	54
4.3	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input pada setiap temperatur alat ukur digital	55
4.4	Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input pada setiap temperatur alat ukur analog	56
4.5	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya input dengan alat ukur digital	57
4.5.1	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 10 °C	57
4.5.2	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 23 °C	60
4.5.3	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 30 °C	64
4.5.4	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 40 °C	67
4.5.5	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 50 °C	70
4.5.6	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 60 °C	73
4.6	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya input dengan alat ukur analog	77
4.6.1	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 10 °C	77
4.6.2	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 23 °C	80
4.6.3	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 30 °C	83
4.6.4	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 40 °C	87
4.6.5	Analisis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 50 °C	90

4.6.6	Analysis uncertainty pengukuran arus dan daya pada suhu 60 °C	93
4.7	Hasil deviasi dan uncertainty pengukuran akhir alat ukur digital.....	97
4.8	Hasil deviasi dan uncertainty pengukuran akhir alat ukur analog	97
5	KESIMPULAN	98
	DAFTAR REFERENSI	99



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.6a Distribusi Rectagular.....	15
Gambar 2.6b Distribusi Tringular.....	15
Gambar 2.6c Distribusi bentuk U..	16
Gambar 2.6d Distribusi Gaaussian atau Normal..	17
Gambar 3.1.4a Blok diagram system pengukuran	26
Gambar 3.1.4b Konfigurasi system dan blok diagram	26
Gambar 3.1.4c Wiring diagram pengukuran arus dan daya input	27
Gambar 3.1.5 Set-up pengukuran arus dan daya input alat ukur digital.....	28
Gambar 3.1.6 Set-up pengukuran arus dan daya input alat ukur analog..	28
Gambar 4.1.1a Grafik deviasi arus alat ukur digital suhu 10 °C.....	43
Gambar 4.1.1b Grafik deviasi daya alat ukur digital suhu 10 °C.....	43
Gambar 4.1.2a Grafik deviasi arus alat ukur digital suhu 23 °C.....	44
Gambar 4.1.2b Grafik deviasi daya alat ukur digital suhu 23 °C.....	44
Gambar 4.1.3a Grafik deviasi arus alat ukur digital suhu 30 °C.....	45
Gambar 4.1.3b Grafik deviasi daya alat ukur digital suhu 30 °C.....	45
Gambar 4.1.4a Grafik deviasi arus alat ukur digital suhu 40 °C.....	46
Gambar 4.1.4b Grafik deviasi daya alat ukur digital suhu 40 °C.....	46
Gambar 4.1.5a Grafik deviasi arus alat ukur digital suhu 50 °C.....	47
Gambar 4.1.5b Grafik deviasi daya alat ukur digital suhu 50 °C.....	47
Gambar 4.1.6a Grafik deviasi arus alat ukur digital suhu 60 °C.....	48
Gambar 4.1.6b Grafik deviasi daya alat ukur digital suhu 60 °C.....	48
Gambar 4.2.1a Grafik deviasi arus alat ukur analog suhu 10 °C..	49
Gambar 4.2.1b Grafik deviasi daya alat ukur analog suhu 10 °C..	49
Gambar 4.2.2a Grafik deviasi arus alat ukur analog suhu 23 °C..	50
Gambar 4.2.2b Grafik deviasi daya alat ukur analog suhu 23 °C..	50
Gambar 4.2.3a Grafik deviasi arus alat ukur analog suhu 30 °C..	51
Gambar 4.2.3b Grafik deviasi daya alat ukur analog suhu 30 °C..	51
Gambar 4.2.4a Grafik deviasi arus alat ukur analog suhu 40 °C..	52
Gambar 4.2.4b Grafik deviasi daya alat ukur analog suhu 40 °C..	52
Gambar 4.2.5a Grafik deviasi arus alat ukur analog suhu 50 °C..	53

Gambar 4.2.5b Grafik deviasi daya alat ukur digital suhu 50 °C.....	53
Gambar 4.2.6a Grafik deviasi arus alat ukur digital suhu 60 °C.....	54
Gambar 4.2.6b Grafik deviasi daya alat ukur digital suhu 60 °C.....	54
Gambar 4.3a Grafik deviasi arus alat ukur digital setiap kondisi.....	55
Gambar 4.3b Grafik deviasi arus alat ukur digital setiap kondisi.....	55
Gambar 4.4a Grafik deviasi arus alat ukur analog setiap kondisi.....	56
Gambar 4.4b Grafik deviasi arus alat ukur analog setiap kondisi..	56



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.1 Daftar peralatan digital pengukuran arus dan daya input	24
Tabel 3.1.2 Daftar peralatan analog pengukuran arus dan daya input.....	24
Tabel 3.1.7.1 Data pengukuran arus dan daya input alat digital pada 10 °C....	29
Tabel 3.1.7.2 Data pengukuran arus dan daya input alat digital pada 23 °C....	30
Tabel 3.1.7.3 Data pengukuran arus dan daya input alat digital pada 30 °C....	31
Tabel 3.1.7.4 Data pengukuran arus dan daya input alat digital pada 40 °C....	32
Tabel 3.1.7.5 Data pengukuran arus dan daya input alat digital pada 50 °C....	33
Tabel 3.1.7.6 Data pengukuran arus dan daya input alat digital pada 60 °C....	34
Tabel 3.1.8.1 Data pengukuran arus dan daya input alat analog pada 10 °C....	35
Tabel 3.1.8.2 Data pengukuran arus dan daya input alat analog pada 23 °C....	36
Tabel 3.1.8.3 Data pengukuran arus dan daya input alat analog pada 30 °C....	37
Tabel 3.1.8.4 Data pengukuran arus dan daya input alat analog pada 40 °C....	38
Tabel 3.1.8.5 Data pengukuran arus dan daya input alat analog pada 50 °C....	39
Tabel 3.1.8.6 Data pengukuran arus dan daya input alat analog pada 60 °C....	40
Tabel 3.1.9.1 Resume Data pengukuran arus dan daya input alat digital	41
Tabel 3.1.9.2 Resume Data pengukuran arus dan daya input alat analog	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Sertifikat kalibrasi alat	96
------------	---------------------------------	----



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Penilaian kesesuaian terhadap suatu produk seringkali mencakup nilai terukur yang terletak dekat dengan zona ketidakpastian. Perbedaan metoda evaluasi ketidakpastian antara negara produsen dan konsumen dapat menyebabkan penolakan satu paket komoditi perdagangan karena perbedaan hasil perhitungan ketidakpastian antara pihak produsen dan konsumen.

Dalam era pasar global diperlukan metode untuk mengevaluasi dan menyatakan ketidakpastian yang dapat diterima di seluruh dunia sehingga pengukuran yang dilakukan dapat dibandingkan dengan mudah. Pedoman ketidakpastian yang dapat diterima secara internasional adalah ISO “*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*” dan khususnya untuk produk – produk listrik dan elektronika untuk persyaratan keselamatan (*safety*) dalam ruang lingkup IEC 60335-1 dijelaskan pada IEC Guide 115 “*Application of Uncertainty of measurement to conformity assessment activities in the electrotechnical sector*”

Persyaratan ini juga menjadi prinsip evaluasi ketidakpastian bagi laboratorium pengujian dan kalibrasi untuk memenuhi persyaratan IEC/ISO/SNI-19-17025-2005 tentang “*Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*”, terutama untuk laboratorium – laboratorium kalibrasi maupun pengujian yang ingin diakreditasi oleh Lembaga Akreditasi Nasional atau Internasional direkomendasikan untuk menggunakan metode *uncertainty* ini agar dapat mengevaluasi ketidakpastian pengukurannya.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menganalisis parameter pengujian arus dan daya input safety IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80 yang dapat diterapkan untuk metode *uncertainty* ini.

2. Bagaimana menentukan sumber – sumber *uncertainty* pada parameter pengukuran arus dan daya input tersebut dengan menggunakan 2 jenis alat ukur yaitu alat ukur analog dan digital.
3. Bagaimana menganalisis pengaruh temperatur yang berbeda terhadap deviasi dan *uncertainty* pengukuran arus dan daya input, baik menggunakan alat ukur analog maupun digital.
4. Bagaimana melakukan perhitungan deviasi dan kesalahan / ketidakpastian pengukuran untuk masing – masing kondisi pengujian yang berbeda tersebut.
5. Bagaimana mengevaluasi hasil perhitungan deviasi dan analisis ketidakpastian pada pengujian arus dan daya input safety IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80.

1.3 TUJUAN

Tujuan penulisan ini adalah untuk menganalisis dan menentukan nilai deviasi dan ketidakpastian pengukuran untuk parameter uji arus dan daya input, menentukan sumber – sumber ketidakpastian, melakukan analisis terhadap ketidakpastian tersebut serta melakukan perhitungan ketidakpastian pengukuran pada temperatur pengujian yang berbeda – beda yaitu 10 °C, 23 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C dan 60 °C untuk pengujian produk listrik dan elektronika dalam lingkup standar IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80 sehingga perhitungan evaluasi ketidakpastian ini sesuai dengan standar nasional dan internasional yang ditetapkan dan menentukan metoda pengujian yang sesuai dapat diterapkan.

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam analisis pengukuran, penentuan dan perhitungan deviasi serta evaluasi pengujian dalam penerapan ketidakpastian ini, terdapat beberapa pembatasan masalah, antara lain:

1. Parameter pengujian yang dilakukan evaluasi dan analisis ketidakpastian hanya parameter uji yang dapat terukur yakni pengukuran arus dan daya input dalam lingkup standar IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80.

2. Analisis dan evaluasi perhitungan banyak mengacu pada hasil pengukuran yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat – alat ukur terkalibrasi dengan dua jenis alat ukur yaitu analog dan digital yang kemudian dibandingkan dengan standar ujinya.
3. Kondisi – kondisi temperatur pengukuran dilakukan pada kondisi temperatur 10 °C, 23 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C dan 60 °C.

1.5 METODOLOGI

Evaluasi perhitungan ketidakpastian ini menggunakan metodologi sebagai berikut:

1. Studi literatur
Studi literatur mengacu pada standar pengujian produk IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80.
2. Pengukuran/Pengujian sesuai IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80
Parameter uji terukur dilakukan secara langsung di laboratorium pengujian dengan menggunakan data sheet standar dan prosedur operasi pengujian laboratorium yang sudah di validasi dan diakreditasi dengan menggunakan dua jenis alat ukur yaitu analog dan digital yang terkalibrasi.
3. Metode pengujian dan hasil pengujian
Pengujian dilakukan dengan berbagai kondisi yang berbeda pada temperatur 10 °C, 23 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C dan 60 °C dengan menggunakan alat ukur digital maupun analog dengan menggunakan data sheet standar dan dilakukan evaluasi guna menentukan nilai deviasi dan sumber – sumber ketidakpastian pengukuran.
4. Perhitungan standar deviasi dan kesalahan/ketidakpastian pengukuran
Hasil – hasil pengukuran dan pengujian diatas dilakukan proses selanjutnya dengan perhitungan sehingga didapat nilai – nilai deviasi dan ketidakpastian pengukuran yang dapat disampaikan secara nyata (*real*) dan sesuai dengan perhitungan yang diakui secara nasional maupun internasional.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam Penulisan, laporan ini disusun berdasarkan bab-bab dan terdiri atas lima bab dan selanjutnya diperjelas dalam beberapa sub bab. Secara keseluruhan disusun dalam sistematika sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.

2. Bab II Landasan Teori

Bagian pertama menjelaskan istilah dan definisi yang digunakan terkait dengan *uncertainty* pengukuran, metode pengukuran dan perhitungan serta hasil akhir dari pengujian tersebut. .

3. Bab III Data Pengukuran Arus dan Daya Input

Data pengukuran terbagi atas hasil pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur digital yakni Digital Power Meter dan alat ukur analog Ammeter dan Wattmeter, dengan kondisi pengujian pada suhu 10 derajat, 23 derajat, 30 derajat, 40 derajat, 50 derajat dan 60 derajat Cersius.

4. Bab IV Analisis dan Perhitungan Deviasi dan Ketidakpastian Pengukuran

Data pengukuran yang sudah didapatkan dibab 3, kemudian dilakukan analisis dan perhitungan nilai deviasi dan ketidakpastian pengukuran untuk setiap kondisi pengukuran dan membandingkan antara satu kondisi dengan kondisi lainnya serta membandingkan antar alat ukur digital dan analog yang digunakan disetiap pengukuran guna mendapatkan hasil ketidakpastian pengukurannya untuk mendapatkan hasil ukur terbaik.

5. Bab VI Kesimpulan

Berisi tentang kesimpulan dari hasil evaluasi perhitungan ketidakpastian pengukuran tersebut serta aplikasinya di laboratorium guna peningkatan kualitas hasil pengukuran/pengujian yang memenuhi kualitas standar nasional maupun internasional.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 ISTILAH dan DEFINISI

2.1.1 Besaran [*quantity (measurable quantity)*]

Sifat dari suatu gejala, benda atau bahan yang dapat dibedakan secara kualitatif dan ditentukan secara kuantitatif.

2.1.2 Nilai [*value (of a quantity)*]

Harga suatu besaran tertentu yang umumnya dinyatakan sebagai suatu angka satuan ukuran dikalikan dengan sesuatu.

2.1.3 Nilai benar [*true value (of a quantity)*]

Nilai yang konsisten dengan definisi besaran.

Nilai sebenarnya tidak dapat ditentukan dengan pengukuran karena setiap pengukuran memiliki ketidakpastian, lebih dari itu, definisi setiap besaran ukur bersifat tidak sempurna, dan karena itu nilai sebenarnya hanya merupakan besaran hipotetik.

2.1.5 Pengukuran [*measurement*]

Serangkaian operasi yang bertujuan untuk menetapkan nilai suatu besaran ukur.

X_i ($i = 1, 2, \dots, N$)

$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$, dengan Fungsi model f menyatakan prosedur pengukuran dan metode evaluasi

2.1.6 Besaran ukur [*measurand*]

Besaran tertentu yang nilainya diukur.

Contoh: Diameter sepotong baja pada suhu dan tekanan standar.

2.1.7 Besaran berpengaruh [*influence quantity*]

Besaran tertentu yang bukan besaran ukur tetapi nilainya mempengaruhi hasil pengukuran.

Contoh: Suhu mikrometer yang digunakan dalam pengukuran panjang.

2.1.8 Hasil pengukuran [*result of a measurement*]

Nilai yang diberikan pada besaran ukur, yang diperoleh melalui proses pengukuran.

Nilai ini perlu disertai dengan informasi tambahan, termasuk ketidakpastiannya.

2.1.9 Hasil tak terkoreksi [*uncorrected result*]

Hasil pengukuran sebelum dikoreksi terhadap kesalahan yang disebabkan oleh pengaruh sistematis.

2.1.10 Hasil terkoreksi [*corrected result*]

Hasil pengukuran setelah dikoreksi terhadap kesalahan sistematis yang diketahui.

2.1.11 Akurasi [*accuracy (of measurement)*]

Kedekatan antara hasil pengukuran dan nilai sebenarnya dari besaran ukur.

Akurasi bersifat kualitatif, dan tidak sama dengan presisi

2.1.13 Daya ulang [*repeatability (of result of a measurement)*]

Kedekatan antara hasil-hasil pengukuran yang berurutan untuk besaran ukur yang sama yang dilakukan pada kondisi yang sama.

Kondisi tersebut harus spesifik, misalnya waktu, suhu, kelembaban saat pengukuran dilaksanakan.

2.1.14 Daya reproduksi [*reproducibility (of result of a measurement)*]

Kedekatan antara hasil-hasil pengukuran untuk besaran ukur yang sama yang dilakukan pada kondisi yang berbeda.

Kondisi yang berbeda tersebut harus dinyatakan secara spesifik, misalnya perbedaan suhu dan perbedaan kondisi lain yang mempengaruhi pengukuran.

2.1.15 Kesalahan [*error (of a measurement)*]

Hasil pengukuran dikurangi nilai sebenarnya dari besaran ukur.

Karena nilai sebenarnya tidak dapat diketahui dengan pasti maka kesalahan pengukuran juga tidak dapat diketahui dengan pasti.

2.1.16 Kesalahan acak [*random error*]

Hasil pengukuran dikurangi nilai rata-rata yang dihasilkan dari sejumlah pengukuran berulang berhingga dari besaran ukur yang sama.

2.1.17 Kesalahan sistematis [*systematic error*]

Nilai rata-rata yang akan dihasilkan dari sejumlah pengukuran berhingga dari besaran ukur yang sama yang dilakukan secara berulang dikurangi nilai sebenarnya dari besaran ukur.

2.1.18 Koreksi [*correction*]

Nilai yang dijumlahkan secara aljabar pada hasil pengukuran tak terkoreksi untuk mengkompensasi kesalahan sistematis yang diketahui.

2.1.19 Ketidakpastian [*uncertainty*]

Parameter hasil pengukuran yang memberikan karakter sebaran nilai-nilai yang secara layak dapat diberikan pada besaran ukur.

2.1.21 Evaluasi ketidakpastian baku tipe A [*type A evaluation (of standard uncertainty)*]

Metode evaluasi ketidakpastian dengan analisis statistik dari serangkaian pengamatan

2.1.22 Evaluasi ketidakpastian baku tipe B [*type B evaluation (of standard uncertainty)*]

Metode evaluasi ketidakpastian dengan cara selain analisis statistik dari serangkaian pengamatan

2.1.23 Ketidakpastian baku gabungan [*combined standard uncertainty*]

Ketidakpastian baku hasil pengukuran, bila hasil pengukuran diperoleh dari nilai sejumlah besaran lain, ketidakpastian baku gabungan bernilai sama dengan akar kuadrat positif dari jumlah semua suku yang merupakan varian atau kovarian besaran lain tersebut yang telah diberi bobot sesuai dengan bagaimana hasil pengukuran bervariasi terhadap perubahan besaran tersebut

2.1.24 Faktor cakupan [*coverage factor*]

Faktor numerik yang digunakan sebagai pengali terhadap ketidakpastian baku gabungan untuk memperoleh ketidakpastian bentangan.

2.1.25 Ketidakpastian bentangan [*expanded uncertainty*]

Besaran yang mendefinisikan interval di sekitar hasil pengukuran yang diharapkan mencakup sebagian besar distribusi nilai yang dapat diberikan pada besaran ukur

2.2 KONSEP UMUM

Tujuan pengukuran adalah untuk menentukan nilai besaran ukur. Yang dimaksud dengan proses pengukuran adalah suatu proses yang meliputi spesifikasi besaran ukur, metode pengukuran dan prosedur pengukuran. Secara umum, hasil pengukuran hanya merupakan taksiran atau pendekatan nilai besaran ukur, oleh karena itu hasil tersebut hanya lengkap bila disertai dengan pernyataan ketidakpastian dari taksiran tersebut. Ketidakpastian adalah ukuran sebaran yang secara layak dapat dikaitkan dengan nilai terukur. Yang memberikan rentang, terpusat pada nilai terukur, dimana di dalam rentang tersebut terletak nilai benar dengan kemungkinan tertentu.

Ketidakpastian hasil pengukuran mencerminkan kurangnya pengetahuan yang pasti tentang nilai besaran ukur. Hasil pengukuran setelah dikoreksi terhadap kesalahan sistematik masih berupa taksiran nilai besaran ukur karena masih terdapat ketidakpastian yang berasal dari pengaruh acak dan koreksi kesalahan sistematik yang tidak sempurna. Konsep ketidakpastian didasarkan pada besaran teramati yang diperoleh dengan pengukuran; hal ini berbeda dengan konsep ideal kesalahan yang didasarkan pada besaran yang tidak dapat diketahui.

Kesalahan pengukuran terdiri dari dua komponen, yaitu komponen acak dan komponen sistematis. Kesalahan acak disebabkan oleh besaran berpengaruh yang tidak dapat diramalkan, stokastik terhadap waktu dan bervariasi terhadap ruang. Kesalahan sistematis disebabkan oleh besaran berpengaruh yang dapat diamati terhadap hasil pengukuran. Perbedaan antara kesalahan dan ketidakpastian sebaiknya selalu diperhatikan. Sebagai contoh, hasil pengukuran setelah koreksi dapat secara tidak sadar dapat menjadi sangat dekat dengan nilai besaran ukur yang tidak diketahui, dan oleh karena itu mempunyai kesalahan yang dapat diabaikan, meskipun mungkin mempunyai ketidakpastian yang besar.

2.3 SUMBER KETIDAKPASTIAN

Dalam praktek, terdapat berbagai macam kemungkinan sumber ketidakpastian pengukuran, antara lain mencakup:

- a) Definisi besaran ukur yang tidak lengkap;
- b) Realisasi definisi besaran ukur yang tidak sempurna;
- c) Pengambilan sampel yang tidak mewakili keseluruhan besaran ukur yang didefinisikan;
- d) Pengetahuan yang tidak memadai tentang pengaruh kondisi lingkungan terhadap proses pengukuran atau pengukuran kondisi lingkungan yang tidak sempurna;
- e) Bias personil dalam membaca peralatan analog;
- f) Resolusi atau diskriminasi peralatan;
- g) Nilai yang diberikan pada standar pengukuran atau bahan acuan;
- h) Nilai konstanta dan parameter lain yang diperoleh dari sumber luar dan digunakan dalam algoritma reduksi data;
- i) Pendekatan dan asumsi yang tercakup dalam metode dan prosedur
- j) pengukuran;
- k) Variasi pengamatan berulang terhadap besaran ukur dalam kondisi yang tampak sama.

2.4 KLASIFIKASI KOMPONEN KETIDAKPASTIAN

Ketidakpastian pengukuran terdiri dari beberapa komponen yang dapat diklasifikasikan menurut metode yang digunakan untuk menaksir nilai numeriknya:

- a) Tipe A : yang dievaluasi dengan analisis statistik dari serangkaian pengamatan.
- b) Tipe B : yang dievaluasi dengan cara selain analisis statistik dari serangkaian pengamatan.

Klasifikasi komponen ketidakpastian ke dalam tipe A dan tipe B tidak selalu mempunyai hubungan langsung dengan klasifikasi komponen ketidakpastian sebagai ketidakpastian acak dan sistematis.

Sifat komponen ketidakpastian dikondisikan oleh fungsi yang dimiliki oleh besaran yang diukur, yang ditunjukkan dalam model matematis proses pengukuran. Bila besaran yang terlibat dalam pengukuran digunakan dalam fungsi berbeda, komponen acak bisa berubah menjadi komponen sistematis dan sebaliknya. Untuk menghindari kesalahan pemahaman sebaiknya istilah ketidakpastian acak dan ketidakpastian sistematis tidak digunakan. Suatu alternatif istilah yang dapat digunakan dalam klasifikasi komponen ketidakpastian adalah:

- a) “komponen ketidakpastian yang berasal dari pengaruh acak,” dan
- b) “komponen ketidakpastian yang berasal dari pengaruh sistematis.”

Pengaruh acak adalah yang memberikan penambahan kemungkinan kesalahan acak dalam proses pengukuran yang sedang dilakukan dan pengaruh sistematis adalah yang memberikan kemungkinan penambahan kesalahan sistematis dalam pengukuran yang sedang dilakukan.

Dalam pengukuran, sebuah komponen ketidakpastian yang berasal dari pengaruh sistematis yang dalam suatu kasus dievaluasi dengan evaluasi tipe A, dalam kasus yang lain dengan evaluasi tipe B, demikian juga komponen ketidakpastian yang berasal dari pengaruh acak.

Lebih sederhana dalam proses pencuplikan *sample*.

- a. Mempunyai ketepatan dan akurasi data.
- b. Mempunyai ketelitian yang tinggi.

- c. Dapat digunakan untuk berbagai analisa.

2.5 KETIDAKPASTIAN BAKU TIPE A

Bila pengukuran diulangi beberapa kali, nilai rata-rata dan simpangan baku-nya dapat dihitung. Simpangan baku menggambarkan sebaran nilai yang dapat digunakan untuk mewakili seluruh populasi nilai terukur.

Dalam sebagian besar kasus, taksiran terbaik yang tersedia dari harapan atau nilai harapan terhadap suatu besaran yang bervariasi secara acak, yang diperoleh dari n pengamatan berulang yang saling bebas dalam kondisi pengukuran yang sama adalah nilai rata-rata dari hasil n pengamatan:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots(2.1)$$

Simpangan baku adalah suatu taksiran sebaran populasi dimana n nilai tersebut diambil, yaitu:

$$s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Setelah melakukan satu kali n pengamatan berulang, kemudian dilakukan pengamatan kedua dari n pengamatan berulang maka nilai rata-rata dapat dihitung lagi. Kemungkinan akan terjadi sedikit perbedaan antara rata-rata dari n pengamatan kedua dari rata-rata pertama. Taksiran sebaran dari rata-rata populasi dapat dihitung dari simpangan baku rata-rata eksperimental (ESDM):

$$s(\bar{x}) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Ketidakpastian baku tipe A, $u(x_i)$ dari suatu besaran yang ditentukan dari n pengamatan berulang yang saling bebas adalah nilai ESDM:

$$u(x_i) = s(\bar{x}) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dalam beberapa kasus perlu untuk mengetahui jumlah derajat kebebasan v , untuk satu set n pengukuran dimana diperoleh nilai rata-rata tersebut, derajat kebebasan dari n pengamatan berulang dapat dihitung dengan:

$$v_i = n - 1 \dots\dots\dots(2.5)$$

Untuk pengukuran yang telah dikarakterisasi dengan baik dibawah pengendalian statistik, simpangan baku pooled s_p , dengan derajat kebebasan v_p berdasarkan M seri pengamatan terhadap variabel yang sama dapat tersedia. Simpangan baku pooled ditentukan oleh:

$$s_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M v_i s_i^2}{\sum_{i=1}^M v_i}} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$v_p = \sum_{i=1}^M v_i \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana, s_i adalah simpangan baku eksperimental dari satu seri m_i pengamatan berulang yang saling bebas, dan mempunyai derajat kebebasan:

$$v_i = m_i - 1 \dots\dots\dots(2.8)$$

Jika hasil pengukuran x terhadap variabel yang sama ditentukan dari n pengamatan yang saling bebas, ketidakpastian baku tipe A, yaitu u dapat diestimasi dari:

$$u(x_i) = \frac{s_p}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Terdapat banyak metode untuk menentukan ketidakpastian baku tipe A, perhitungan yang paling umum adalah ESDM, evaluasi tipe A berikutnya yang paling umum adalah ketidakpastian baku dari penarikan kurva (*fitted curves*). Sebagai contoh, bila diinginkan untuk menarik garis lurus terhadap beberapa data, garis lurus tersebut diwakili oleh persamaan :

$$y = a + bx \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

Perbedaan antara titik data aktual dan nilai terkait yang dihitung dari persamaan tersebut disebut dengan residual. Dalam proses penarikan kurva, diharapkan untuk memperoleh nilai a dan b sehingga jumlah dari kuadrat residual (SSR) tersebut minimum:

$$SSR = \sum (y_i - a - bx_i)^2 \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Sebaran dari titik data di sekitar kurva dapat digambarkan dengan taksiran simpangan baku, yang sering disebut sebagai *standard error* dari nilai y yang dihitung dari persamaan kurva, yaitu:

$$s = \sqrt{\frac{SSR}{v}} \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

Bila v adalah jumlah derajat kebebasan , yang dapat dihitung dengan:

$v = \text{banyaknya titik data} - \text{banyaknya koefisien yang ditentukan}$ atau $v = \text{banyaknya titik data} - 2$; untuk garis lurus

Sebagaimana rata-rata dari pengukuran berulang, untuk kurva tersebut, ketidakpastian baku terkait diperoleh dari taksiran simpangan baku:

$$u = s \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

Proses penarikan kurva tidak terbatas pada garis lurus, secara umum kurva yang mewakili serangkaian data pengukuran dapat dinyatakan sebagai:

$$y = f(x) \dots\dots\dots(2.14)$$

Meskipun perhitungan koefisien kurva dan evaluasi ketidakpastiannya tampak sulit, banyak perangkat lunak komersial yang telah mempunyai fungsi *built in* untuk proses perhitungan penarikan kurva (regresi).

2.6 KETIDAKPASTIAN BAKU TIPE B

Ketidakpastian baku tipe B diperoleh dengan cara selain analisis statistik dari serangkaian pengamatan yang biasanya didasarkan pada justifikasi ilmiah menggunakan semua informasi relevan yang tersedia, yang dapat meliputi:

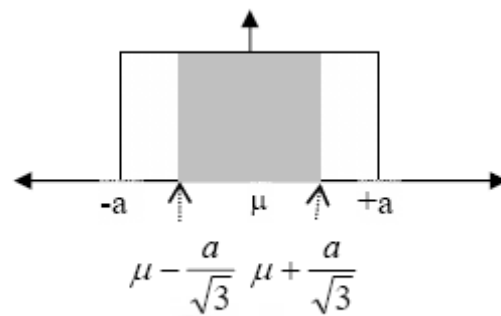
- a. Data pengukuran sebelumnya;
- b. Pengalaman dengan, atau pengetahuan umum tentang tingkah laku dan sifat instrumen dan bahan yang relevan;
- c. Spesifikasi pabrik;
- d. Data yang diberikan dalam sertifikat atau laporan lainnya;
- e. Ketidakpastian yang diberikan untuk data acuan yang diambil dari data book.

Contoh paling sederhana dari evaluasi tipe B adalah penggunaan ketidakpastian yang dilaporkan dalam sertifikat standar. Untuk memperoleh ketidakpastian baku, ketidakpastian bentangan dibagi dengan faktor cakupan yang diberikan dalam sertifikat tersebut. Tanpa adanya nilai faktor cakupan, maka faktor cakupan sama dengan 2 dapat digunakan jika ketidakpastian bentangan mempunyai tingkat kepercayaan 95%.

Dalam kasus lain, dimana ketidakpastian diberikan dalam batas tertentu + a, distribusi kemungkinan dapat diestimasi dari informasi yang tersedia, yang kemungkinan dapat berbentuk distribusi berikut:

a. Distribusi kemungkinan rectangular

Hal ini digunakan bila batas dapat ditentukan namun nilai besaran ukur tampak berada di semua tempat dalam rentang tersebut. Ketidakpastian baku diperoleh dengan membagi semi-range 'a' dengan $\sqrt{3}$, yaitu $u = a / \sqrt{3}$.



Gambar 2.6a Distribusi rectangular

b. Distribusi kemungkinan triangular

Hal ini digunakan bila terdapat bukti bahwa nilai yang paling mungkin adalah nilai yang dekat dengan nilai rata-rata, lebih dekat dengan batas rentang, kemungkinannya berkurang menuju “nol”. Ketidakpastian baku diperoleh dengan membagi semi-range ‘ a ’ dengan $\sqrt{6}$, yaitu, $u = a / \sqrt{6}$.

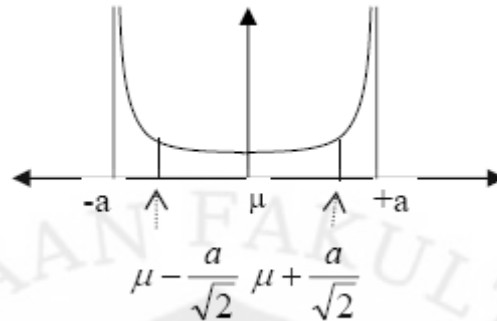


Gambar 2.6b Distribusi triangular

c. Distribusi kemungkinan bentuk-U

Distribusi ini terjadi di beberapa bidang metrologi. Sebagai contoh adalah distribusi kemungkinan untuk ketidakpastian yang timbul dari refleksi konektor frekuensi radio. Hal ini juga dapat diterapkan untuk variasi temperatur udara bila kendali temperatur menghasilkan sebaran yang selalu dekat dengan batas

ketidakpastian. Ketidakpastian diperoleh dengan membagi semi-range 'a' dengan $\sqrt{2}$ yaitu, $u = a / \sqrt{2}$.

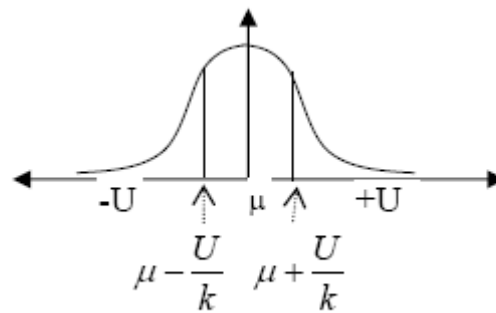


Gambar 2.6c Distribusi bentuk U

d. Distribusi Gaussian atau Normal

Distribusi ini dapat digunakan bila diasumsikan untuk ketidakpastian yang menyatakan tingkat kepercayaan tertentu, 95% atau 99%. Ketidakpastian baku diperoleh dengan membagi ketidakpastian tersebut dengan faktor cakupan yang tepat berdasarkan tabel distribusi-t, yaitu $u = U / k$; dimana U adalah ketidakpastian bentangan untuk tingkat kepercayaan tertentu dan k adalah faktor cakupan, Untuk evaluasi ketidakpastian baku tipe B, distribusi rectangular adalah model dasar yang cukup beralasan bila tidak terdapat informasi lainnya. Namun jika diketahui bahwa nilai besaran yang diukur dekat dengan pusat rentang ketidakpastian, maka distribusi triangular merupakan model yang lebih baik.

Ketidakpastian baku tipe B diperoleh dari suatu proses penaksiran distribusi kemungkinan. Secara sederhana diasumsikan bahwa distribusi kemungkinan dari nilai tersebut telah diketahui dengan pasti. Dalam sebagian besar kasus, dapat diasumsikan bahwa derajat kebebasan dari ketidakpastian baku tersebut adalah tak terhingga. Hal ini merupakan asumsi yang beralasan dalam praktek secara umum bahwa kemungkinan dari besaran yang diamati berada diluar batas ketidakpastian adalah sangat kecil.



Gambar 2.6d Distribusi Gaussian atau Normal

2.7 KETIDAKPASTIAN BAKU GABUNGAN

Ketidakpastian baku gabungan dari suatu pengukuran, dinotasikan dengan $u_c(y)$, diambil untuk mewakili taksiran simpangan baku (*estimated standard deviation*) dari hasil pengukuran, yang diperoleh dengan menggabungkan ketidakpastian baku dari setiap taksiran masukan berdasarkan pendekatan deret Taylor orde satu dari model pengukuran. Metode penggabungan ketidakpastian baku ini sering disebut dengan hukum propagasi ketidakpastian.

Untuk besaran masukan yang tidak berkorelasi, ketidakpastian baku gabungan dari taksiran keluaran y dapat dinyatakan dengan:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N [c_i u(x_i)]^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^N [u_i(y)]^2} \dots\dots\dots(2.15)$$

dimana: $c_i = \partial f / \partial x_i$ dan $c_i u(x_i) = u_i(y)$

Dalam proses pengukuran, terdapat beberapa keadaan dimana dua besaran masukan atau lebih saling bergantung. Pernyataan ketidakpastian baku gabungan yang tepat terkait dengan hasil pengukuran tersebut adalah:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N [c_i u(x_i)]^2 + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N c_i c_j u(x_i) u(x_j) r(x_i, x_j)} \dots\dots\dots(2.16)$$

Ke-saling-bergantung-an dari dua variabel disifatkan oleh koefisien korelasinya, yang dapat dinyatakan sebagai:

$$r(x_i, x_j) = \frac{u(x_i, x_j)}{u(x_i)x(x_j)} \dots\dots\dots(2.17)$$

Korelasi dapat terjadi jika pengukuran yang sama digunakan lebih dari sekali dalam proses pengukuran yang sama, namun, pengaruhnya terhadap ketidakpastian baku gabungan dapat positif, yaitu menambah ketidakpastian atau negatif, yang menyebabkan pengurangan ketidakpastian. Jika diduga terdapat korelasi positif namun koefisien korelasi tidak dapat dihitung dengan mudah, cukup beralasan untuk mengasumsikan koefisien korelasi sama dengan +1. Jika semua taksiran masukan berkorelasi dengan koefisien korelasi +1, ketidakpastian baku gabungan dari taksiran keluaran dapat dinyatakan dengan:

$$u_c(y) = \sqrt{\left[\sum_{i=1}^N c_i u(x_i) \right]^2} \dots\dots\dots(2.18)$$

Untuk penggunaan praktis dalam bidang pengujian, aturan sederhana berikut dapat digunakan untuk model pengukuran yang sering dijumpai dalam pengukuran analitik:

- Jika model hanya mencakup penjumlahan atau pengurangan dari besaran yang berbeda,

misalnya, $y = (p + q + r + \dots)$

$$u_c(y) = \sqrt{u(p)^2 + u(q)^2 + u(r)^2 + \dots} \dots\dots\dots(2.19)$$

- Jika model mencakup perkalian atau pembagian besaran yang berbeda, misalnya, $y = p.q.r\dots$ atau $y = p / (q.r\dots)$

$$u_c(y) = y \sqrt{(u(p)/p)^2 + (u(q)/q)^2 + (u(r)/r)^2 + \dots} \dots\dots\dots(2.20)$$

- Jika model mencakup suatu fungsi pangkat- n ,
misalnya, $y = a^n$
 $u_c(y) = ny u(a) / a \dots\dots\dots(2.21)$

2.8 KETIDAKPASTIAN BENTANGAN (EXPANDED UNCERTAINTY)

Ukuran ketidakpastian perlu untuk memenuhi kemungkinan yang memadai yang diistilahkan dengan ketidakpastian bentangan, yang dinyatakan dengan simbol U , dan diperoleh dari mengalikan $u_c(y)$ dengan caktor cakupan, yang dinyatakan dengan simbol t atau k .

Praktek internasional yang biasa diterapkan adalah memberikan tingkat kepercayaan sekitar 95% (95.45%). Untuk tingkat kepercayaan tertentu, nilai faktor cakupan bervariasi terhadap derajat kebebasan efektif.

Dalam banyak kasus, nilai k sama dengan 2 dapat digunakan bila derajat kebebasan cukup besar, yaitu lebih besar atau sama dengan 30. Jika derajat kebebasan efektif relatif kecil, nilai k dapat diperoleh dari *tabel distribusi-t*.

2.9 KEMAMPUAN PENGUKURAN TERBAIK (BEST MEASUREMENT CAPABILITY)

Best Measurement Capability (BMC) didefinisikan sebagai “ketidakpastian terkecil yang dapat dicapai oleh laboratorium dalam lingkup akreditasinya, dalam melakukan kalibrasi rutin standar pengukuran yang mendekati ideal yang digunakan untuk mendefinisikan, merealisasikan, memelihara atau mereproduksi suatu satuan daribesaran ukur tersebut atau satu atau lebih nilai-nilainya; atau peralatan ukur yang mendekati ideal yang digunakan untuk mengukur besaran ukur tersebut.”

BMC dipengaruhi oleh beberapa komponen yang bergantung pada sejumlah faktor yang diperlukan oleh laboratorium untuk menunjukkan kompetensi laboratorium, yang antara lain meliputi :

- Pendidikan, pelatihan dan pengetahuan teknis personel;
- Kondisi lingkungan laboratorium pengujian/kalibrasi;
- Pemeliharaan peralatan, termasuk interval kalibrasi dan verifikasi.

Untuk dapat memberikan justifikasi BMC dengan baik, maka pengamatan terhadap kondisi laboratorium harus dilakukan dengan memperhatikan:

➤ Metode pengujian/kalibrasi

Metode pengujian/kalibrasi akan mempengaruhi BMC laboratorium, karena dalam metode biasanya dinyatakan spesifikasi peralatan yang dapat dikalibrasi berdasarkan metode tersebut, persyaratan kondisi lingkungan, kalibrator yang digunakan, skema pengamatan. Metode yang digunakan untuk melakukan kalibrasi akan membedakan BMC untuk kalibrasi standar atau alat ukur yang sama. Sebagai contoh: perhitungan BMC alibrasi anak timbangan yang dilakukan dengan metode perbandingan langsung akan berbeda dengan kalibrasi anak timbangan dengan metode penimbangan siklus tertutup atau dekade.

➤ Standar acuan dan alat ukur

Standar acuan dan alat ukur yang digunakan untuk melakukan kalibrasi merupakan komponen utama yang harus diperhitungkan dalam evaluasi BMC. Ketidakpastian dari standar acuan dan alat ukur akan menentukan jenis alat yang dapat dikalibrasi oleh laboratorium. Ketidakpastian dari standar acuan dan alat ukur ini terdapat dalam sertifikat kalibrasinya.

➤ Teknik pengukuran

Teknik pengukuran yang berbeda akan menyebabkan nilai BMC yang berbeda.

➤ Besaran berpengaruh

Definisi besaran berpengaruh adalah besaran yang tidak tercakup dalam deifinisi besaran ukur namun mempengaruhi hasil pengukuran..

➤ Personil

Personil yang melakukan proses kalibrasi/pengujian akan memberikan kontribusi yang cukup berarti dalam evaluasi BMC.

2.10 PENGUJIAN SAFETY IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80

IEC Standard atau kependekan dari *International Electrotechnical Commission Standard* adalah standar internasional yang dikeluarkan dari

lembaga internasional terkait akses kesesuaian untuk bidang teknologi elektronika dan kelistrikan.

Pengujian keselamatan atau *safety test* terbagi atas kategori/aspek cakupannya antara lain yaitu

- a. Keselamatan/*safety* untuk peralatan medis (*medical equipment*) IEC 60601.
- b. Keselamatan/*safety* untuk peralatan rumah tangga (*household appliances*) IEC 60335-1, IEC 60335-2-(*series*)
- c. Keselamatan/*safety* untuk peralatan kantor (*office equipment*) IEC 60950.
- d. Keselamatan/*safety* untuk peralatan audio video (*audio video equipment*) IEC 60065.
- e. Keselamatan/*safety* untuk peralatan listrik lainnya seperti IEC 60884-1 (kotak dan tusuk kontak untuk rumah tangga), IEC 60996-1 (saklar untuk rumah tangga), IEC 60520 (kabel listrik), IEC 60086 (batterai), IEC 60968 (lampu swaballast) dsb.

Untuk pengujian keselamatan pemanfaat rumah tangga sesuai dengan IEC 60335-1 dan IEC 60335-2 (*series*), karena untuk cakupan produk rumah tangga ini sangat luas sekali mencakup 104 jenis produk berbeda antara lain sebagai berikut :

- a. IEC 60335-1 : Persyaratan Umum
- b. IEC 60335-2.2 : Persyaratan khusus untuk vacuum cleaner
- c. IEC 60335-2-3 : Persyaratan khusus untuk setrika listrik
- d. IEC 60335-2-4 : Persyaratan khusus untuk *spin extractor*
- e. IEC 60335-2-5 : Persyaratan khusus untuk mesin pencuci piring
- f. IEC 60335-2-6 : Persyaratan khusus untuk piranti pemasak nasi
- g. IEC 60335-2-7 : Persyaratan khusus untuk mesin cuci
- h. IEC 60335-2-8 : Persyaratan khusus untuk alat pangkas rambut dan alat cukur
- i. IEC 60335-2-9 : Persyaratan khusus untuk pemanggang dapur
- j. IEC 60335-2-10 : Persyaratan khusus untuk mesin pembersih lantai
- k. IEC 60335-2-11 : Persyaratan khusus untuk alat pengering
- l. IEC 60335-2-12 : Persyaratan khusus untuk piringan/plat penghangat
- m. IEC 60335-2-13 : Persyaratan khusus untuk pengoreng/panci listrik
- n. IEC 60335-2-14 : Persyaratan khusus untuk peralatan dapur

- o. IEC 60335-2-15 : Persyaratan khusus untuk pemanas cairan
- p. IEC 60335-2-23 : Persyaratan khusus untuk peralatan perawatan kulit dan rambut.
- q. IEC 60335-2-24 : Persyaratan khusus untuk pendingin/refrigerator/kulkas
- r. IEC 60335-2-15 : Persyaratan khusus untuk pemanas cairan
- s. IEC 60335-2-40 : Persyaratan khusus untuk pendingin udara (AC)
- t. IEC 60335-2-41 : Persyaratan khusus untuk pompa air
- u. IEC 60335-2-80 : Persyaratan khusus untuk kipas angin
- v. dsb

Pengujian produk sesuai standar IEC 60335-2-80 adalah pengujian keselamatan produk khusus produk – produk dalam ruang lingkup kipas angin yang terdiri sbb:

- a. Kipas angin berdiri
- b. Kipas angin meja
- c. Kipas angin ventilasi
- d. Kipas angin dinding
- e. Kipas angin exhaust dsb

Pada standar IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80, mencakup ruang lingkup pembahasan hal – hal sebagai berikut:

- a. Klausul 1 : Ruang lingkup
- b. Klausul 2 : Acuan normatif
- c. Klausul 3 : Definisi dan istilah
- d. Klausul 4 : Pesyaratan umum
- e. Klausul 5 : Kondisi umum pengujian
- f. Klausul 6 : Klasifikasi
- g. Klausul 7: Inspeksi/Pemeriksaan Penandaan/Marking dan Petunjuk/Instruksi
- h. Klausul 8 : Perlindungan terhadap bagian yang bergerak dan bertegangan
- i. Klausul 9 : Pengasutan piranti yang dioperasikan motor
- j. Klausul 10 : Pengukuran arus dan daya input
- k. Klausul 11 : Pemanasan / Pengukuran kenaikan temperatur
- l. Klausul 13 : Pengujian Kekuatan isolasi dan arus bocor
- m. Klausul 14 : Pengujian tegangan lebih transien

- n. Klausul 15 : Pengujian ketahanan terhadap kelembaban
- o. Klausul 16 : Pengujian kekuatan isolasi dan arus bocor setelah kelembaban
- p. Klausul 17 : Pengujian perlindungan beban lebih pada trafo dan rangkaian terpadu.
- q. Klausul 18 : Pengujian daya tahan
- r. Klausul 19 : Pengujian tidak normal/ abnormal
- s. Klausul 20 : Pengujian kestabilan dan bahaya mekanis
- t. Klausul 21 : Pengujian kuat mekanis
- u. Klausul 22 : Inspeksi Konstruksi
- v. Klausul 23 : Inspeksi pengkawatan internal
- w. Klausul 24 : Pengujian/Inspeksi Komponen
- x. Klausul 25 : Pengujian suplai luar dan senur fleksibel luar
- y. Klausul 26 : Pengujian/inspeksi terminal untuk konduktor eksternal
- z. Klausul 27 : Pengujian/inspeksi ketentuan pembumian
- å. Klausul 28 : Pengujian sekrup dan sambungan
- bb. Klausul 29 : Pengukuran jarak rambat dan bebas
- ö. Klausul 30 : Pengujian ketahanan panas dan api
- aa. Klausul 31 : Pengujian Ketahanan terhadap karat
- bb. Klausul 32 : Pengujian Radiasi dan bahaya racun lainnya.

Perhitungan deviasi dan ketidakpastian pengukuran untuk yang dilakukan atau ditetapkan untuk parameter – parameter pengukuran dan mempunyai nilai seperti pengukuran arus dan daya input, yaitu melakukan pengujian/pengujian atau pengukuran arus dan daya input dari suatu produk dan menyesuaikannya dengan persyaratan standar dan penyimpangan/deviasi yang terjadi.

BAB 3
DATA PENGUKURAN
ARUS DAN DAYA INPUT IEC 60335-1 DAN IEC 60335-2-80

3.1 PENGUKURAN ARUS DAN DAYA INPUT

3.1.1 Pengukuran dengan alat ukur digital

Adapun daftar peralatan ukur digital yang digunakan untuk melakukan pengukuran ini yaitu sebagai berikut :

Tabel 3.1.1 Daftar peralatan ukur digital pengujian arus dan daya input

No.	Peralatan/Asesories/alat Bantu	Model/Type/No seri
1.	Digital Thermohygrometer	AZ-HT-02/TEK024
2.	Power Hi-Tester	3169-20/080814648
3.	Temperature & Humidity Walk in Chamber	Hung-Ta/TEK-11
4.	Slide Regulator	SR25000/2503080021
5.	Trafo Isolasi	TEK070
6.	Slide Regulator	15KVA/TEK104
7.	Digital Power Meter	WT130/12VC26621M

3.1.2 Pengukuran dengan alat ukur analog

Adapun daftar peralatan ukur analog yang digunakan untuk melakukan pengukuran ini yaitu sebagai berikut :

Tabel 3.1.2 Daftar peralatan ukur analog pengujian arus dan daya input

No.	Peralatan/Asesories/alat bantu	Model/Type/No seri
1.	Digital Thermohygrometer	AZ-HT-02/TEK024
2.	Power Hi-Tester	3169-20/080814648
3.	Temperature & Humidity Walk in Chamber	Hung-Ta/TEK-11
4.	Slide Regulator	SR25000/2503080021
5.	Trafo Isolasi	TEK070
6.	Slide Regulator	15KVA/TEK104
7.	Analog AC Ammeter	2014/79 AG 0484
8.	Analog AC Wattmeter	2041/ 79 AN 0461

3.1.3 Spesifikasi alat ukur yang digunakan

a. Alat ukur Digital Power Meter

Spesifikasi teknis alat ukur Digital Power Meter

- Current: 0.5/1/2/5/10/20 A
- Voltage: Auto, 0.5, 2.5/5/10 V, 50/100/200/300/600 V
- Operation Temperature: 5 ~ 40°C, Humidity: 30% to 75% R.H.
- Supply voltage: Specified Voltage $\pm 5\%$
- Input waveform: Sine wave
- Accuracy (within 12 months after calibration)
- Input: V1, V2, V3, A1, A2, A3
- Frequency ranges: 10 Hz to 50 kHz
- Accuracy: 0.1% of rdg + 1 digit

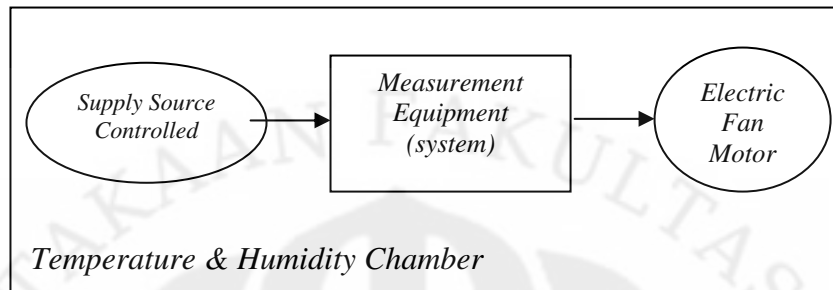
b. Alat Ukur Analog

Spesifikasi teknis alat ukur Analog Ammeter dan Wattmeter sebagai berikut :

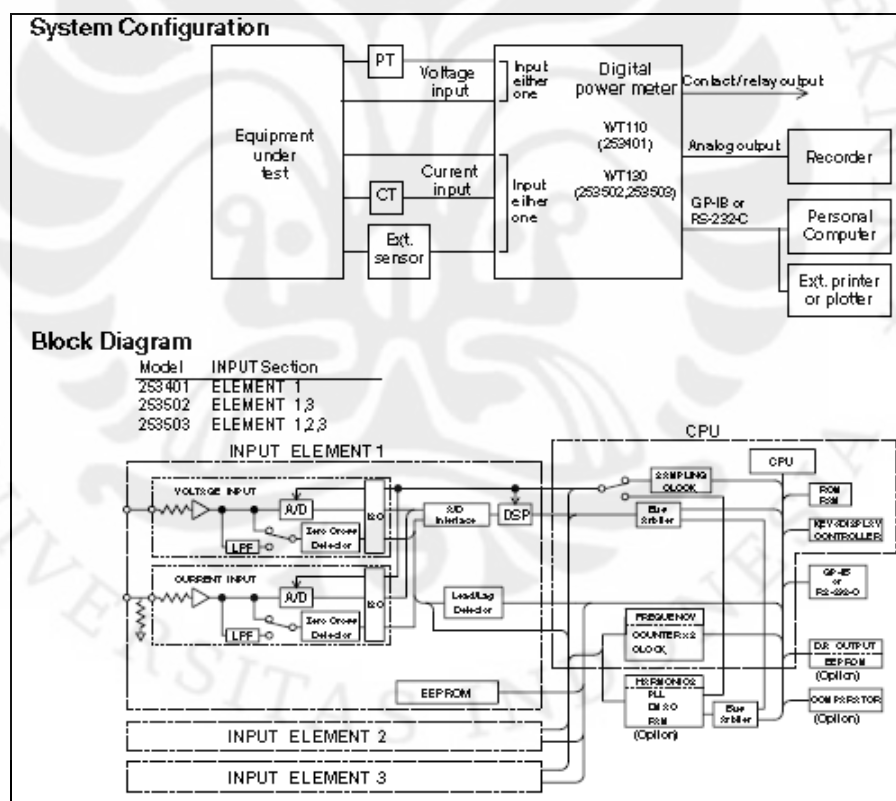
- Class 0.5
- Operating position : Horizontal
- Rated frequency : 50/60 Hz
- Resolution Ammeter : 0.01 Ampere
- Resolution Wattmeter : 0.1 Watt
- Operating temperature and humidity range : 0 – 40 deg, 25~80 %RH
- Range measurement Current Ammeter : 0.15/0.3/0.75/1.5/3/7.5/15/30A
- Range measurement Power Wattmeter : 12/24/120/240 Watt
- Operating principle : Moving iron type

3.1.4 Skematik rangkaian pengukuran arus dan daya input

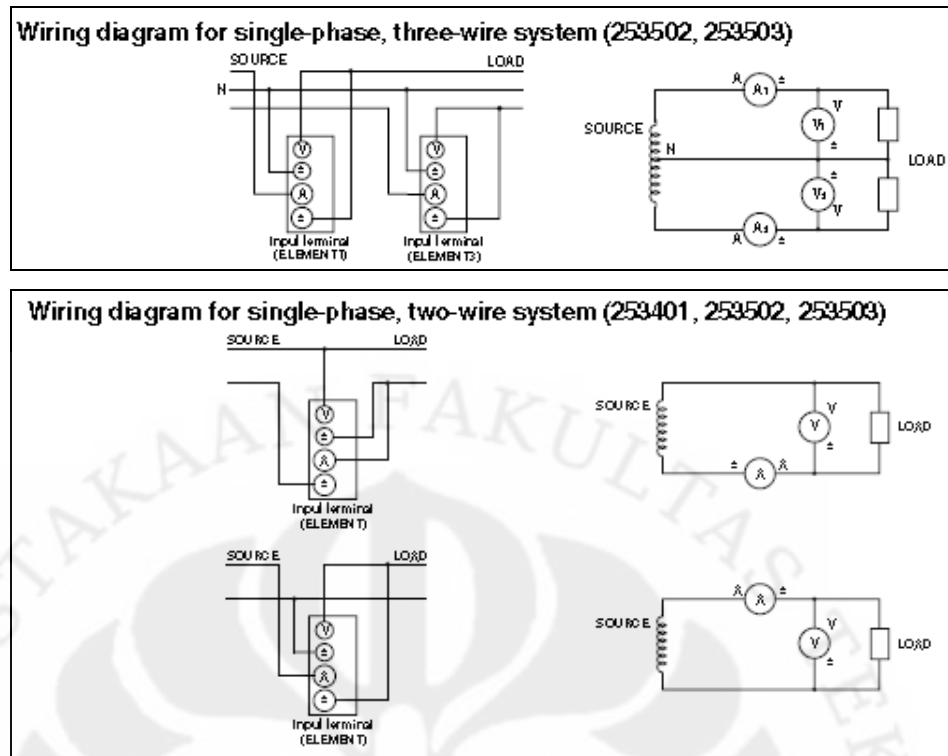
Untuk pengukuran arus dan daya input yang dilakukan dengan suhu yang diatur berbeda dapat digambarkan dalam suatu blok diagram seperti Gambar 3.1.4a, system konfigurasi Gambar 3.1.4b serta rangkaian pengukuran dalam wiring diagram yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.4c.



Gambar 3.1.4a Blok diagram system pengukuran



Gambar 3.1.4b Konfigurasi sistem dan Blok diagram



Gambar 3.1.4c Wiring diagram pengukuran arus dan daya input

3.1.5 Set-up Pengukuran alat ukur Digital

Untuk melakukan pengukuran arus dan daya input produk listrik dan elektronik pada temperatur berbeda-beda dengan menggunakan alat ukur digital dapat ditunjukkan seperti gambar 3.1.5.





Gambar 3.1.5 Set up pengukuran arus dan daya input dengan alat ukur digital

3.1.6 Set-up Pengukuran alat ukur Analog

Untuk melakukan pengukuran arus dan daya input produk listrik dan elektronik pada temperatur berbeda-beda dengan menggunakan alat ukur analog dapat ditunjukkan seperti gambar 3.1.6.



Gambar 3.1.6 Set up pengukuran arus dan daya input dengan alat ukur analog

3.1.7 DATA PENGUKURAN ALAT UKUR DIGITAL

3.1.7.1 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 10 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 10 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.7.1.

Tabel 3.1.7.1 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 10 °C.

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV-15 WU4		
No. Seri	906	Tgl:	Tgl:
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stovol Stabilizer, Digital Power Meter	Tanggal Uji	23-Nov-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 10 °C	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	10,0 °C
		Kelembaban Ruang	- % RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran					Keterangan
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
Panasonic Ventilating Fan Model No (150mm) FV-15WU4 220V-50Hz 8.1W 0.037A 906 IPX0 outside Panasonic Corporation	5	220,00	0,0342	7,959	-0,0028	-0,141	Persyaratan standar deviasi maksimum 20% Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	10	220,01	0,0368	8,011	-0,0002	-0,089	
	15	220,02	0,0363	8,020	-0,0007	-0,080	
	20	220,02	0,0362	7,968	-0,0008	-0,132	
	25	220,03	0,0357	8,092	-0,0013	-0,068	
	30	220,05	0,0351	7,891	-0,0019	-0,209	
	35	220,02	0,0361	7,889	-0,0009	-0,211	
	40	220,03	0,0362	8,124	-0,0008	0,024	
	45	220,02	0,0355	8,109	-0,0015	0,009	
	50	220,01	0,0362	8,019	-0,0008	-0,081	
Nilai rata - Rata		220,02	0,0358	8,002	-0,0012	-0,098	


Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :

3.1.7.2 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 23 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 23 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.7.2.

Tabel 3.1.7.2 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 23 °C

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV - 15 WU4		
No. Seri	906	Tgl:	Tgl:
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Digital Power Meler	Tanggal Uji	24-Nop-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 23 °C	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	23,0 °C
		Kelembaban Ruang	53 % RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran					Keterangan
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
Panasonic Ventilating Fan Model No. (150mm) FV-15WU4 220V- 50Hz 11W 0,037A 906 (Pabrikasi) Panasonic Corporation	5	220,01	0,0389	8,120	0,0019	0,020	Persyaratan standar deviasi maksimum 20%
	10	220,02	0,0388	8,159	0,0018	0,059	
	15	220,03	0,0375	8,148	0,0005	0,048	
	20	220,01	0,0386	8,089	0,0016	-0,011	Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	25	220,05	0,0382	8,120	0,0012	0,020	
	30	220,06	0,0365	8,131	-0,0005	0,031	
	35	220,03	0,0376	8,150	0,0006	0,050	
	40	220,04	0,0385	8,114	0,0015	0,014	
	45	220,01	0,0386	8,129	0,0016	0,029	
	50	220,01	0,0387	8,139	0,0017	0,039	
	Nilai rata - Rata		220,03	0,0382	8,130	0,0012	0,030

Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan : _____

3.1.7.3 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 30 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 30 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.7.3.

Tabel 3.1.7.3 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 30 °C.

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1		 Diperiksa Dibuat Tgl : Tgl :	
Nama Produk	Kipas Angin		
Model	FV - 15 WU4		
No. Seri	906		
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Digital Power Meter	Tanggal Uji	24-Nop-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 30 °C, 95 %	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	30,0 °C
		Kelembaban Ruang	95 % RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran					Keeterangan
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
Panasonic Ventilating Fan Model No. (150mm) FV-15WU4 220V- 50Hz 8.1W 0.037A (904kuarside) Panasonic Corporation 906	5	220,01	0,0390	8,111	0,0020	0,011	Persyaratan standar deviasi maksimum 20%
	10	220,02	0,0389	8,152	0,0019	0,052	
	15	220,03	0,0376	8,162	0,0006	0,062	
	20	220,01	0,0385	8,081	0,0015	-0,019	
	25	220,05	0,0383	8,105	0,0013	0,005	
	30	220,06	0,0366	8,142	-0,0004	0,042	
	35	220,03	0,0377	8,162	0,0007	0,062	Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	40	220,04	0,0386	8,151	0,0016	0,051	
	45	220,01	0,0385	8,121	0,0015	0,021	
	50	220,01	0,0387	8,153	0,0017	0,053	
	Nilai rata - Rata		220,03	0,0382	8,134	0,0012	0,034


Keterangan : L = Lolos G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :

3.1.7.4 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 40 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 40 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.7.4.

Tabel 3.1.7.4 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 40 °C.

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV - 15 WU4		
No. Seri	906		
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80	Tgl :	Tgl :
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Digital Power Meter	Tanggal Uji	24-Nop-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 40 °C, kelembaban 95%	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	40,0 °C
		Kelembaban Ruang	95 %RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran					Keterangan
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
Panasonic Ventilating Fan Model No. (150mm) FV-15WU4 220V- 50Hz 8.1W 0.037A 906 PT. (Pabrik) Sucofindo Panasonic Corporation	5	220,05	0,0399	8,252	0,0029	0,152	Persyaratan standar deviasi maksimum 20%
	10	220,06	0,0401	8,281	0,0031	0,181	
	15	220,07	0,0398	8,273	0,0028	0,173	
	20	220,02	0,0402	8,190	0,0032	0,090	Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	25	220,04	0,0418	8,151	0,0048	0,051	
	30	220,05	0,0400	8,242	0,0030	0,142	
	35	220,04	0,0419	8,261	0,0049	0,161	
	40	220,03	0,0401	8,272	0,0031	0,172	
	45	220,02	0,0411	8,231	0,0041	0,131	
	50	220,04	0,0416	8,242	0,0046	0,142	
	Nilai rata - Rata		220,04	0,0407	8,240	0,0037	0,140

Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :

3.1.7.5 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 50 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 50 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.7.5.

Tabel 3.1.7.5 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 50 °C.

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV-15WU4		
No. Seri	906	Tgl :	Tgl :
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Digital Power Meter	Tanggal Uji	25-Nov-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 50 °C	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	50,0 °C
		Kelembaban Ruang	RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran				Keterangan	
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus		Deviasi Daya
	5	220,16	0,0434	10,113	0,0064	2,013	Persyaratan standar deviasi maksimum 20% Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	10	220,09	0,0442	10,122	0,0072	2,022	
	15	220,10	0,0476	10,121	0,0106	2,021	
	20	220,11	0,0468	10,182	0,0098	2,082	
	25	220,14	0,0494	10,092	0,0124	1,992	
	30	220,18	0,0489	10,146	0,0119	2,046	
	35	220,19	0,0467	10,123	0,0097	2,023	
	40	220,19	0,0457	10,112	0,0087	2,012	
	45	220,18	0,0437	10,101	0,0067	2,001	
	50	220,16	0,0419	10,072	0,0049	1,972	
Nilai rata - Rata		220,15	0,0458	10,118	0,0088	2,018	

Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :

3.1.7.6 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 60 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 60 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.7.6.

Tabel 3.1.7.6 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 60 °C.

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV-15WU4		
No. Seri	906		
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80	Tgl :	Tgl :
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Digital Power Meter	Tanggal Uji	24-Nop-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 60 °C	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	60,0 °C
		Kelembaban Ruang	RII

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran				Keterangan	
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus		Deviasi Daya
	5	220,15	0,0435	10,121	0,0065	Persyaratan standar deviasi maksimum 20% Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt	
	10	220,10	0,0445	10,132	0,0075		2,032
	15	220,09	0,0475	10,094	0,0105		1,994
	20	220,11	0,0465	10,194	0,0095		2,094
	25	220,15	0,0495	10,083	0,0125		1,983
	30	220,19	0,0486	10,154	0,0116		2,054
	35	220,18	0,0469	10,121	0,0099		2,021
	40	220,20	0,0456	10,125	0,0086		2,025
	45	220,15	0,0431	10,132	0,0061		2,032
	50	220,21	0,0416	10,051	0,0046		1,951
Nilai rata - Rata		220,15	0,0457	10,121	0,0087	2,021	

Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :

3.1.8 DATA PENGUKURAN ALAT UKUR ANALOG

3.1.8.1 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 10 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 10 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.8.1.

Tabel 3.1.8.1 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 10 °C.

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1								
Nama Produk	Kipas Angin						Diperiksa	Dibuat
Model	EV-15WU4							
No. Seri	906							
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80						Tgl :	Tgl :
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Analog Wattmeter, Analog Ammeter						Tanggal Uji	23-Nov-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 10 °C						Tempat Uji	Lab Sucofindo
							Suhu Ruang	10,0 °C
							Kelembaban Ruang	- % RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran					Keterangan
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
Panasonic Ventilating Fan Model No. (150mm) EV-15WU4 220V- 50Hz 8.1W (0.87A) 906 Manufactured by Panasonic Corporation	5	220,03	0,030	8,05	-0,007	-0,05	Persyaratan standar deviasi maksimum 20% Max 0,0074 Ampere Max 1,62 Watt
	10	220,01	0,030	8,00	-0,007	-0,10	
	15	220,02	0,030	8,00	-0,007	-0,10	
	20	220,02	0,035	8,05	-0,002	-0,05	
	25	220,04	0,025	8,10	-0,012	0,00	
	30	220,03	0,040	8,10	0,003	0,00	
	35	220,04	0,025	8,05	-0,012	-0,05	
	40	220,03	0,030	8,05	-0,007	-0,05	
	45	220,02	0,025	8,10	-0,012	0,00	
	50	220,03	0,030	8,10	-0,007	0,00	
Nilai rata - Rata		220,03	0,0300	8,060	-0,0070	-0,040	

Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :
 Resolusi terkecil Alat Analog Ammeter = 0.005 A
 Resolusi terkecil Alat Analog Wattmeter = 0.05 W

3.1.8.2 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 23 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 23 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.8.2.

Tabel 3.1.8.2 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 23 °C

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV - 15 WU4		
No. Seri	906	Tgl.:	Tgl.:
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Analog Wattmeter, Analog Ammeter	Tanggal Uji	24-Nov-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 23 °C, Kelembaban 95%	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	23,0 °C
		Kelembaban Ruang	95 % RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran				Kejelasan	
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus		Deviasi Daya
 Model No. (150mm) FV-15WU4 270V~ 50Hz 15W 0.037A 906 Produk dari Panasonic Corporation	5	220,05	0,030	8,45	-0,007	0,35	Persyaratan standar deviasi maksimum 20% Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	10	220,06	0,035	8,45	-0,002	0,35	
	15	220,07	0,035	8,45	-0,002	0,35	
	20	220,02	0,035	8,45	-0,002	0,35	
	25	220,04	0,040	8,50	0,003	0,40	
	30	220,05	0,040	8,40	0,003	0,30	
	35	220,04	0,035	8,45	-0,002	0,35	
	40	220,03	0,035	8,45	-0,002	0,35	
	45	220,02	0,040	8,45	0,003	0,35	
	50	220,04	0,040	8,40	0,003	0,30	
Nilai rata - Rata		220,04	0,0365	8,445	-0,0005	0,345	

Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :
 Resolusi terkecil Alat Analog Ammeter = 0.005 A
 Resolusi terkecil Alat Analog Wattmeter = 0.05 W

3.1.8.3 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 30 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 30 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.8.3.

Tabel 3.1.8.3 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 30 °C

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV-15WU4		
No. Seri	906	Tgl :	Tgl :
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Analog Wattmeter, Analog Ammeter	Tanggal Uji	25-Nov-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 30 °C, kelembaban 95%	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	30,0 °C
		Kelembaban Ruang	95 % RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran					Keterangan
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
	5	220,05	0,030	8,50	-0,007	0,40	Persyaratan standar deviasi maksimum 20% Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	10	220,06	0,040	8,50	0,003	0,40	
	15	220,07	0,035	8,50	-0,002	0,40	
	20	220,02	0,040	8,45	0,003	0,35	
	25	220,04	0,045	8,00	0,008	-0,10	
	30	220,05	0,035	8,45	-0,002	0,35	
	35	220,04	0,035	8,45	-0,002	0,35	
	40	220,03	0,040	8,45	0,003	0,35	
	45	220,02	0,040	8,45	0,003	0,35	
	50	220,04	0,040	8,55	0,003	0,45	
Nilai rata - Rata		220,04	0,0380	8,430	0,0010	0,350	

Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :
 Resolusi terkecil Alat Analog Ammeter = 0.005 A
 Resolusi terkecil Alat Analog Wattmeter = 0.05 W

3.1.8.4 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 40 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 40 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.8.4.

Tabel 3.1.8.4 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 40 °C

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Dipenksa	Dibuat
Model	FV-15WU4		
No. Seri	906	Tgl :	Tgl :
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Analog Wattmeter, Analog Ammeter	Tanggal Uji	24-Nov-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 40 °C, kelembaban 95%	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	40,0 °C
		Kelembaban Ruang	95 % RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran					Keterangan
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
	5	220,05	0,035	8,55	-0,002	0,45	Persyaratan standar deviasi maksimum 20%
	10	220,06	0,045	8,55	0,008	0,45	
	15	220,07	0,030	8,50	-0,007	0,40	
	20	220,02	0,045	8,45	0,008	0,35	Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	25	220,04	0,045	8,00	0,008	-0,10	
	30	220,05	0,040	8,45	0,003	0,35	
	35	220,04	0,040	8,55	0,003	0,45	
	40	220,03	0,040	8,00	0,003	-0,10	
	45	220,02	0,040	8,55	0,003	0,45	
	50	220,04	0,045	8,55	0,008	0,45	
Nilai rata - Rata		220,04	0,0405	8,415	0,0035	0,315	

Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :
Resolusi terkecil Alat Analog Ammeter = 0,005 A
Resolusi terkecil Alat Analog Wattmeter = 0,05 W

3.1.8.5 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 50 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 50 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.8.5.

Tabel 3.1.8.5 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 50 °C

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Dipenksa	Dibuat
Model	FV-15WU4		
No. Seri	906	Tgl:	Tgl:
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stovol Stabilizer, Analog Wattmeter & Analog Ammeter	Tanggal Uji	25-Nop-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 50 °C	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	50,0 °C
		Kelembaban Ruang	RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran					Keeterangan
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
Panasonic Ventilating Fan Model No: FV-15WU4 150mm 220V-50Hz 15W 0.037A 906 (Paxi/Indo) Ltd Panasonic Corporation	5	220,1	0,040	10,50	0,0030	2,40	Persyaratan standar deviasi maksimum 20% Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	10	220,1	0,055	10,50	0,0180	2,40	
	15	220,1	0,045	10,45	0,0080	2,35	
	20	220,1	0,045	10,50	0,0080	2,40	
	25	220,2	0,045	10,50	0,0080	2,40	
	30	220,2	0,050	10,50	0,0130	2,40	
	35	220,2	0,045	10,45	0,0080	2,35	
	40	220,2	0,045	10,55	0,0080	2,45	
	45	220,2	0,050	10,50	0,0130	2,40	
	50	220,2	0,050	10,55	0,0130	2,45	
	Nilai rata - Rata		220,15	0,0470	10,500	0,0100	

Keeterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :
 Resolusi terkecil Alat Analog Ammeter = 0.005 A
 Resolusi terkecil Alat Analog Wattmeter = 0.05 W

3.1.8.6 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu 60 °C

Pengukuran arus dan daya input pada kondisi temperatur 60 °C dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.8.6.

Tabel 3.1.8.6 Data pengukuran arus dan daya input pada suhu lingkungan 60 °C

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV-15 WU4		
No. Seri	906		
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80	Tgl :	Tgl :
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Analog Wattmeter & Analog Ammeter	Tanggal Uji	24-Nop-09
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 60 °C	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	60,0 °C
		Kelembaban Ruang	RH

Name Plat Produk	T (menit)	Pengukuran					Kejelasan
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
	5	220,3	0,045	10,55	0,0080	2,45	Persyaratan standar deviasi maksimum 20% Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	10	220,1	0,050	10,55	0,0130	2,45	
	15	220,1	0,050	10,00	0,0130	1,90	
	20	220,1	0,060	10,50	0,0230	2,40	
	25	220,2	0,045	10,50	0,0080	2,40	
	30	220,2	0,050	10,55	0,0130	2,45	
	35	220,2	0,045	10,45	0,0080	2,35	
	40	220,2	0,050	10,55	0,0130	2,45	
	45	220,2	0,050	10,50	0,0130	2,40	
	50	220,2	0,050	10,55	0,0130	2,45	
	Nilai rata - Rata		220,17	0,0495	10,470	0,0125	

Kejelasan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku


Catatan :
 Resolusi terkecil Alat Analog Ammeter = 0.005 A
 Resolusi terkecil Alat Analog Wattmeter = 0.05 W


3.1.9 RESUME DATA PENGUKURAN SETIAP KONDISI SUHU

3.1.9.1 Resume data pengukuran alat digital setiap kondisi suhu,

Ringkasan pengukuran arus dan daya input pada setiap kondisi temperatur dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.9.1.

Tabel 3.1.9.1 Data pengukuran arus dan daya input pada setiap suhu (alat ukur digital)

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV - 15 WU4		
No. Seri	906	Tgl:	Tgl:
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Digital Power Meter	Tanggal Uji	23-24-25/11/2009
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 10°C, 23°C, 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	°C
		Kelembaban Ruang	%RH

Name Plat Produk	Pengukuran						Keterangan
	suhu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
	10	220,02	0,0358	8,002	-0,0012	-0,098	Persyaratan standar deviasi maksimum 20%
	23	220,03	0,0382	8,130	0,0012	0,030	
	30	220,03	0,0382	8,134	0,0012	0,034	
	40	220,04	0,0407	8,240	0,0037	0,140	
	50	220,15	0,0458	10,118	0,0088	2,018	
	60	220,15	0,0457	10,121	0,0087	2,021	Max 1,62 Watt


Keterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

Catatan :

3.1.9.2 Resume Data Pengukuran alat analog setiap kondisi suhu,

Ringkasan pengukuran arus dan daya input pada setiap kondisi temperatur dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.9.2.

Tabel 3.1.9.2 Data pengukuran arus dan daya input pada setiap suhu (alat ukur analog)

MASUKAN DAYA dan ARUS PO/SAF-KA/04-1			
Nama Produk	Kipas Angin	Diperiksa	Dibuat
Model	FV-15 WU4		
No. Seri	906	Tgl :	Tgl :
Standar	IEC 60335-1 & IEC 60335-2-80		
Peralatan Uji	Slide Regulator, Stavol Stabilizer, Analog Wattmeter, Analog Ammeter	Tanggal Uji	23-24-25/11/2009
Kondisi Pengujian	Suhu Ruang dikondisikan 10°C, 23°C, 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C	Tempat Uji	Lab Sucofindo
		Suhu Ruang	°C
		Kelembaban Ruang	%RH

Name Plat Produk	Pengukuran						Keterangan
	Suhu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Deviasi Arus	Deviasi Daya	
Panasonic Ventilating Fan Model No. 150mm FV-15WU4 230V~ 50Hz 0.137A 906 Made outside of Panasonic Corporation	10	220,03	0,030	8,06	-0,007	-0,04	Persyaratan standar deviasi maksimum 20% Max 0,0074 Amper Max 1,62 Watt
	23	220,04	0,037	8,45	-0,001	0,35	
	30	220,04	0,038	8,43	0,001	0,33	
	40	220,04	0,041	8,42	0,004	0,32	
	50	220,15	0,047	10,50	0,010	2,40	
	60	220,17	0,050	10,47	0,013	2,37	

Keeterangan : L = Lulus G = Gagal TB = Tidak berlaku

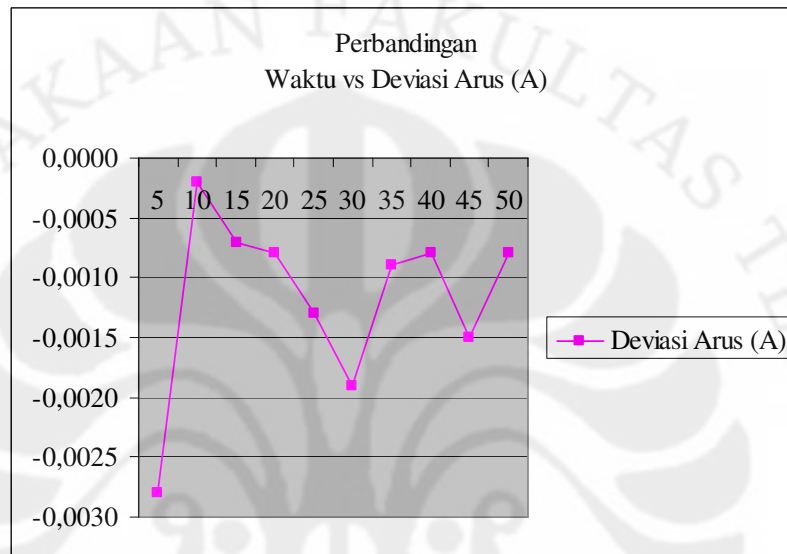
Catatan :
 Resolusi terkecil Alat Analog Ammeter = 0.005 A
 Resolusi terkecil Alat Analog Wattmeter = 0.05 W

BAB 4
ANALYSIS DEVIASI dan UNCERTAINTY PENGUKURAN
ARUS DAN DAYA IEC 60335-1 DAN IEC 60335-2-80

4.1 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input alat ukur digital

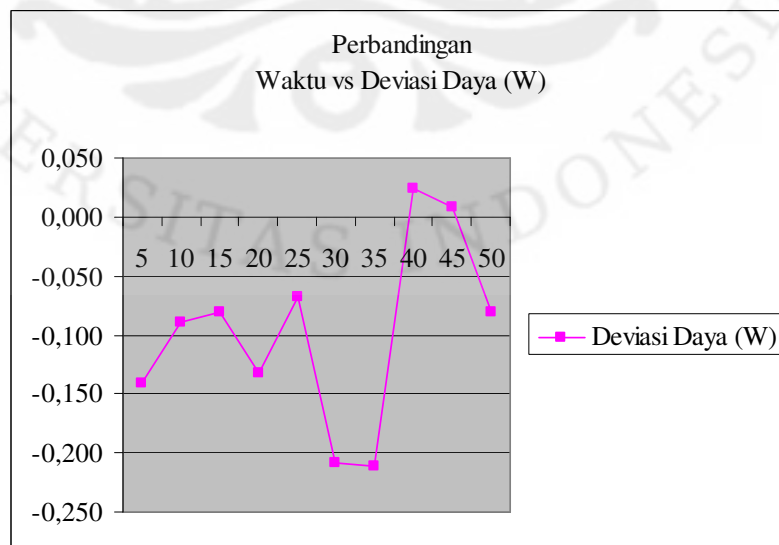
4.1.1 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 10 °C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur digital pada suhu 10 °C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.1.1a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 10 °C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-5 sebesar -0.0028 A, dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-10 sebesar 0.0002 A.

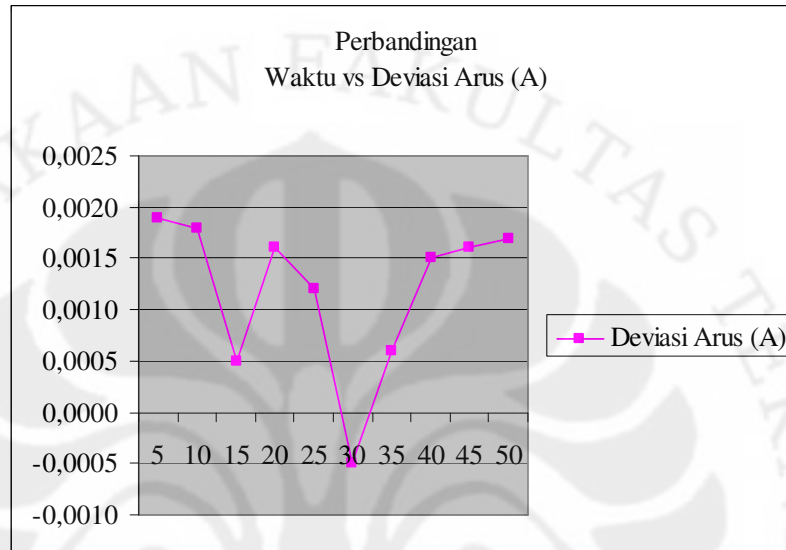


Grafik 4.1.1b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 10 °C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-35 sebesar -0.211 W, dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-40 sebesar 0.024 W.

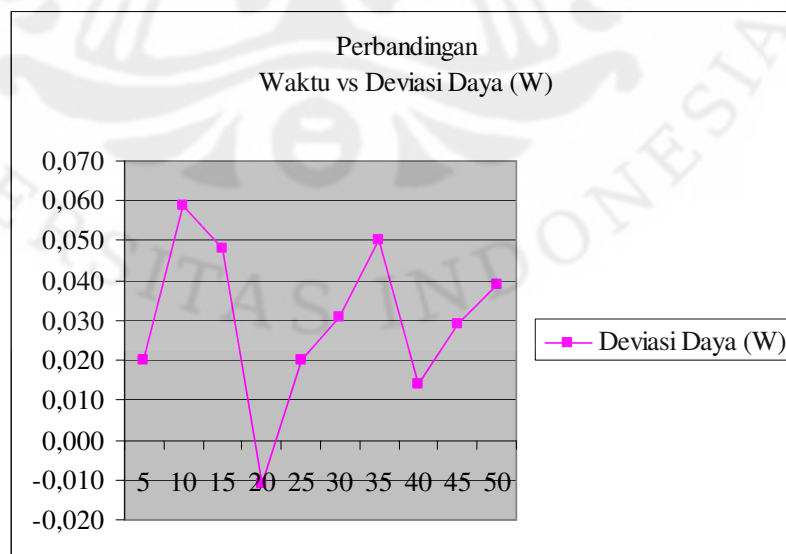
4.1.2 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 23°C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur digital pada suhu 23°C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.1.2a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 23°C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-30 sebesar -0.0005 A, dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-5 sebesar 0.0019 A.

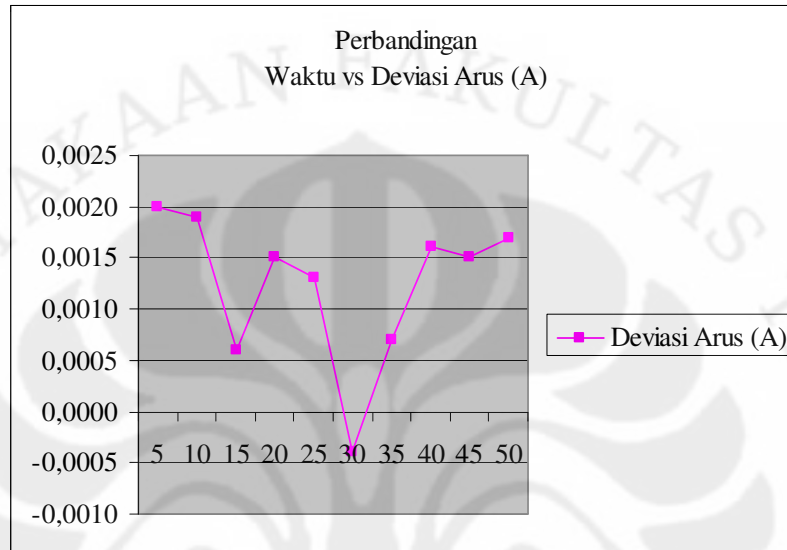


Grafik 4.1.2b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 23°C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-20 sebesar -0.011 W, dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-10 sebesar 0.059 W.

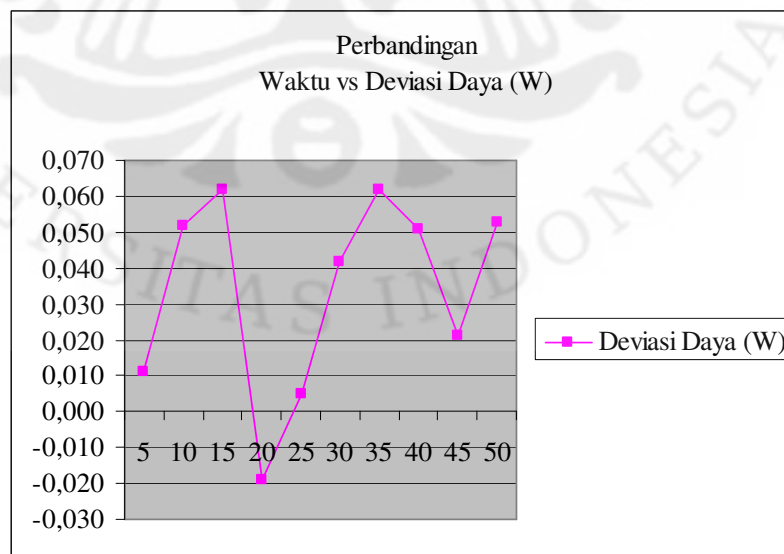
4.1.3 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 30°C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur digital pada suhu 30°C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.1.3a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 30°C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-30 sebesar -0.0004 A, dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-5 sebesar 0.002 A.

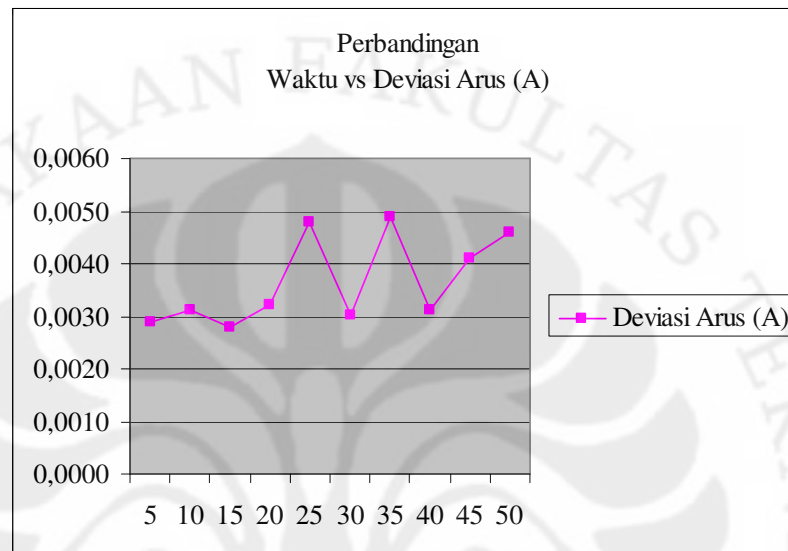


Grafik 4.1.3b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 30°C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-20 sebesar -0.019 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-15 sebesar 0.062 W.

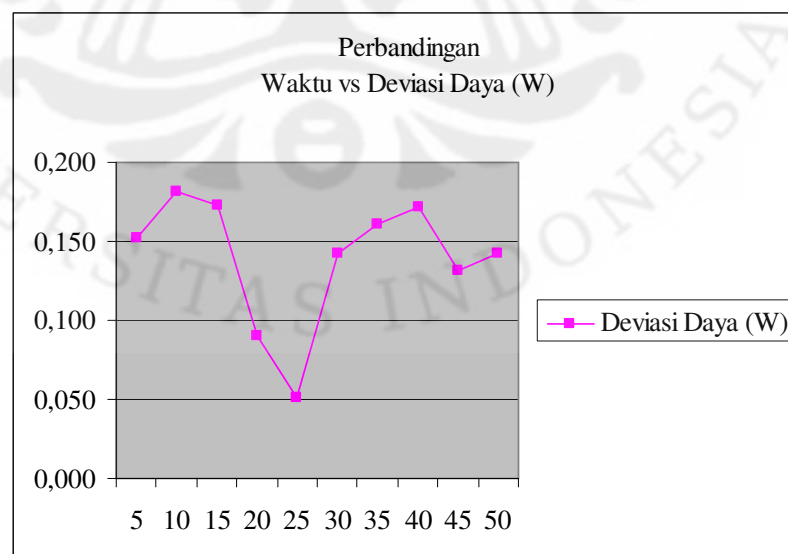
4.1.4 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 40°C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur digital pada suhu 40°C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.1.4a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 40°C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-15 sebesar 0.0028 A, dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-35 sebesar 0.0049 A.

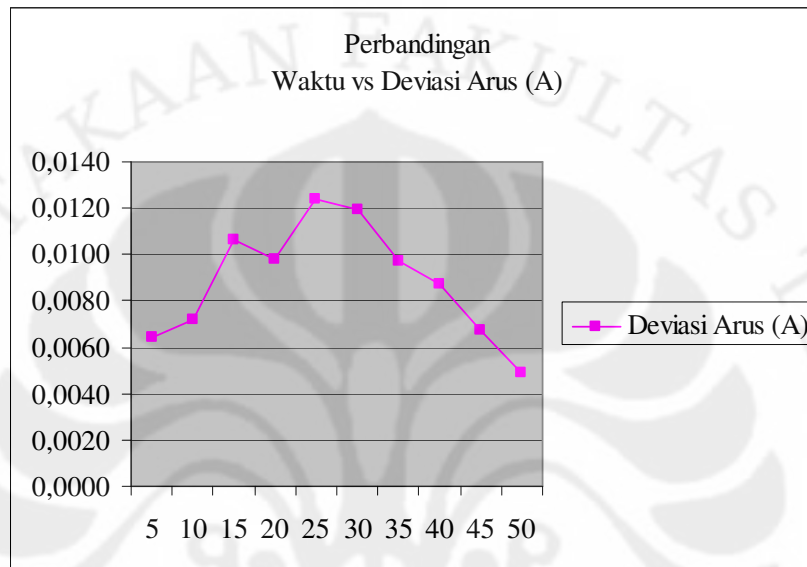


Grafik 4.1.4b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 40°C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-25 sebesar 0.051 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-10 sebesar 0.181 W.

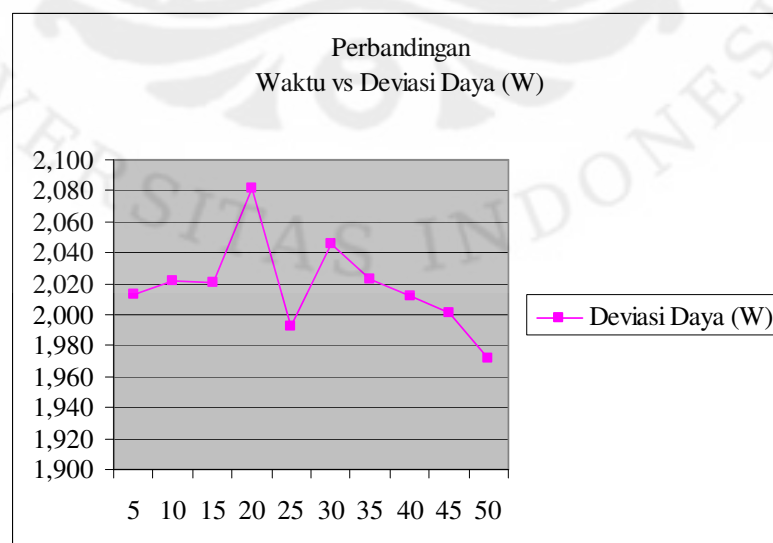
4.1.5 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 50 °C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur digital pada suhu 50 °C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.1.5a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 50 °C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 0.0049 A, dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-25 sebesar 0.0124 A.

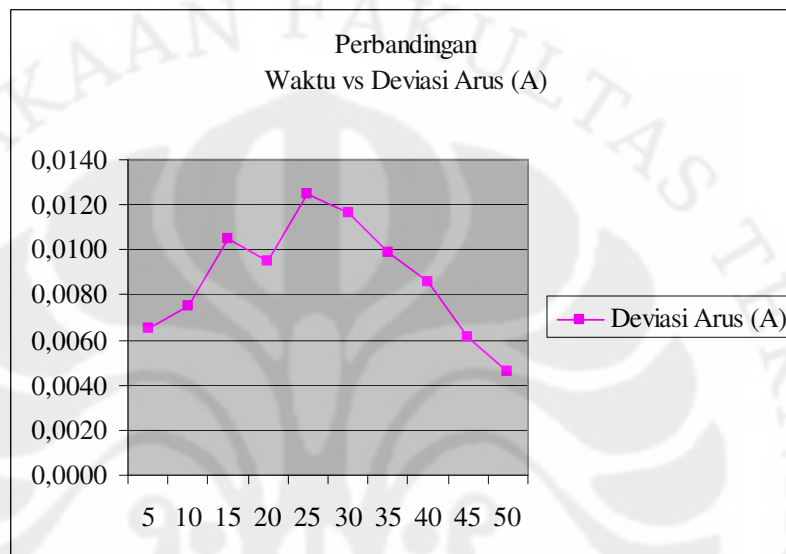


Grafik 4.1.5b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 50 °C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 1.972 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-20 sebesar 2.082 W.

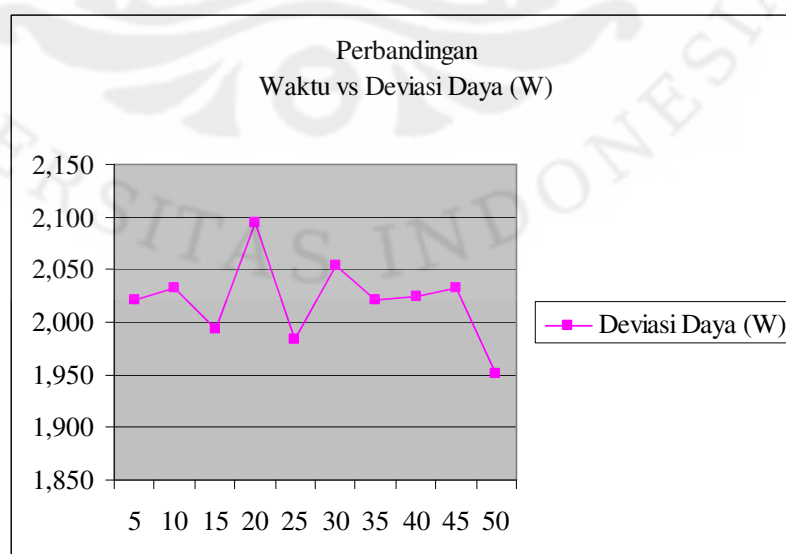
4.1.6 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 60 °C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur digital pada suhu 60 °C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.1.6a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 60 °C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 0.0046 A dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-25 sebesar 0.0125 A.



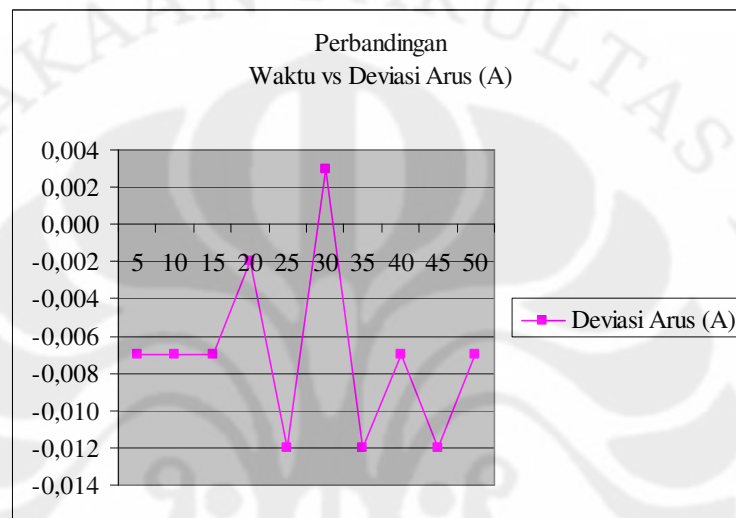
Grafik 4.1.6b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 60 °C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 1.951 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-20 sebesar 2.094 W.

4.2 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input alat ukur analog

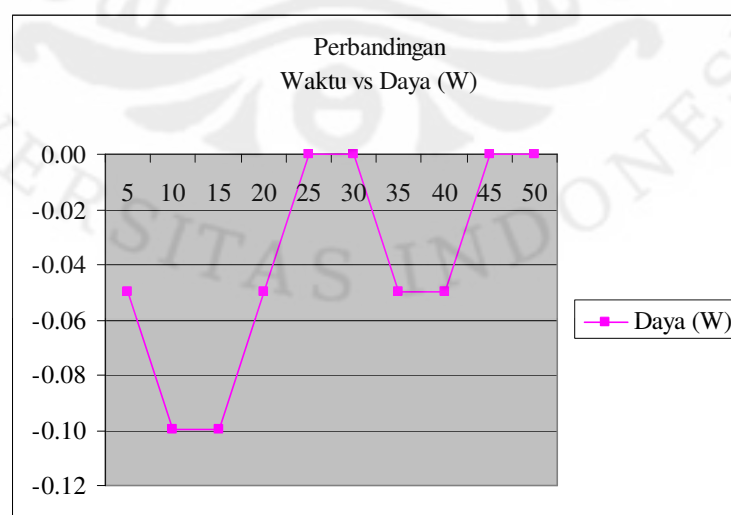
4.2.1 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 10 °C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur analog pada suhu 10 °C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.2.1a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 10 °C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-45 sebesar -0.012 A dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-30 sebesar 0.003 A.

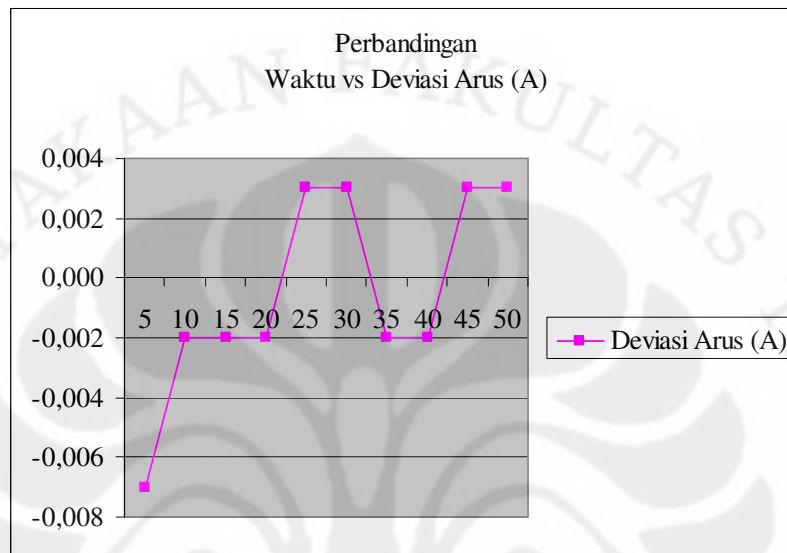


Grafik 4.2.1b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 10 °C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-10, 15 sebesar -0.10 W, dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 0.00 W.

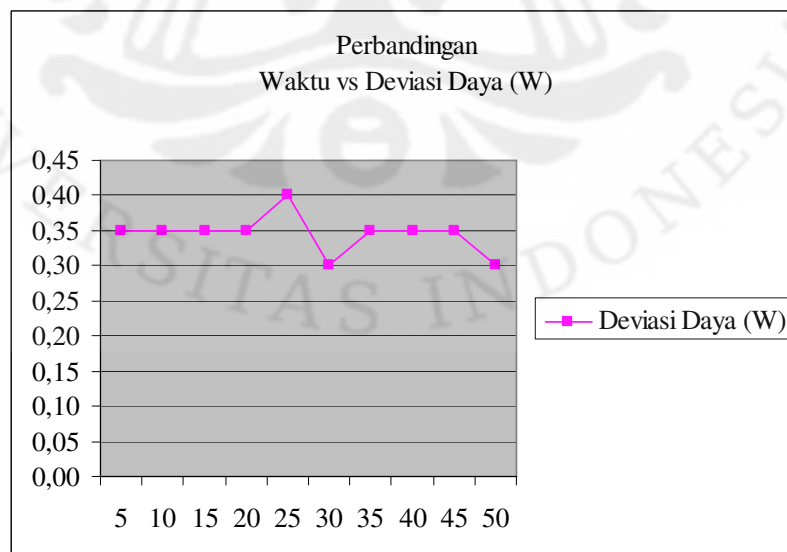
4.2.2 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 23°C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur analog pada suhu 23°C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.2.2a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 23°C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-5 sebesar -0.007 A dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 0.003 A.

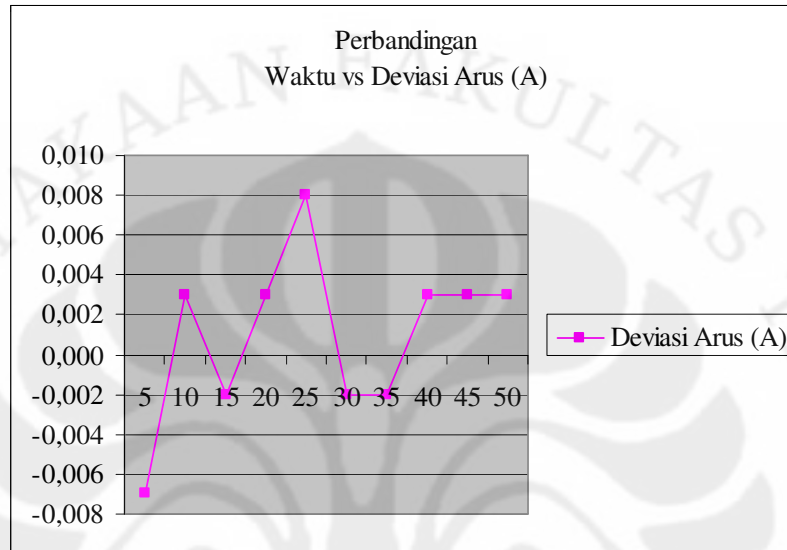


Grafik 4.2.2b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 23°C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 0.30 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-25 sebesar 0.40 W.

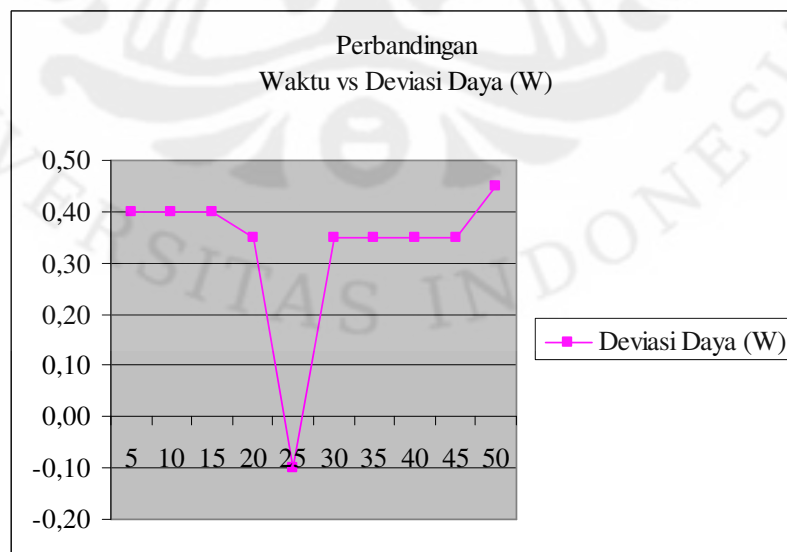
4.2.3 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 30 °C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur analog pada suhu 30 °C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.2.3a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 30 °C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-5 sebesar -0.007 A, dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-25 sebesar 0.008 A.

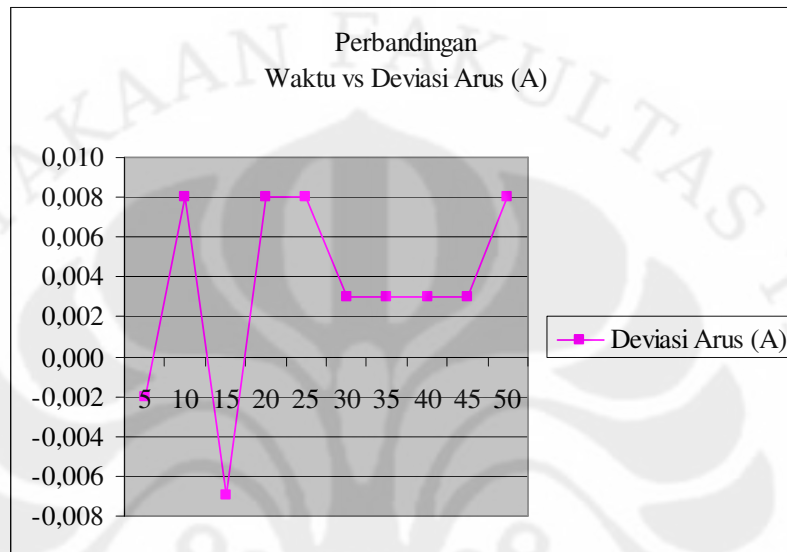


Grafik 4.2.3b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 30 °C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-25 sebesar -0.10 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 0.45 W.

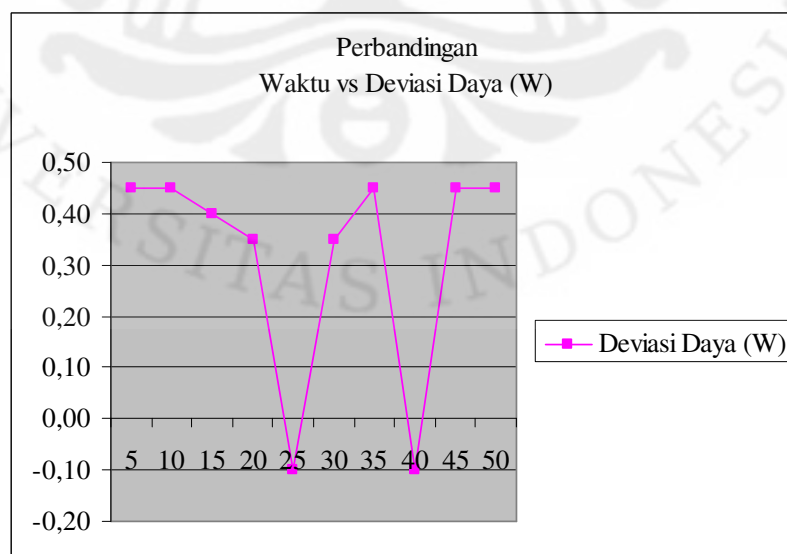
4.2.4 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 40°C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur analog pada suhu 40°C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.2.4a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 40°C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-15 sebesar -0.007 A dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 0.008 A.

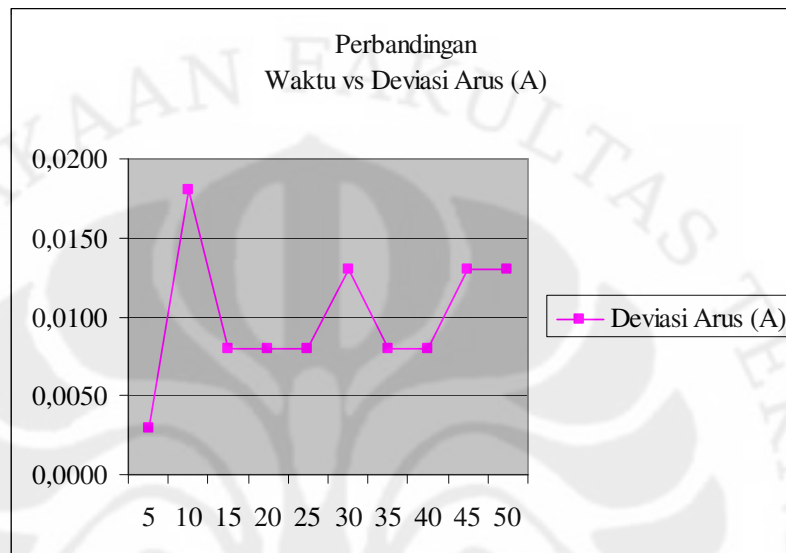


Grafik 4.2.4b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 40°C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-40 sebesar -0.10 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 0.45 W.

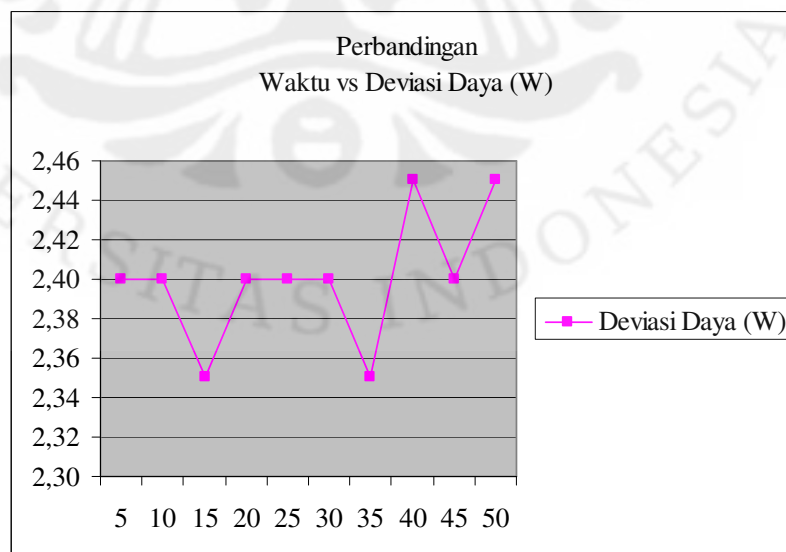
4.2.5 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 50°C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur analog pada suhu 50°C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.2.5a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 50°C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-5 sebesar -0.003 A, dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-10 sebesar 0.0018 A.

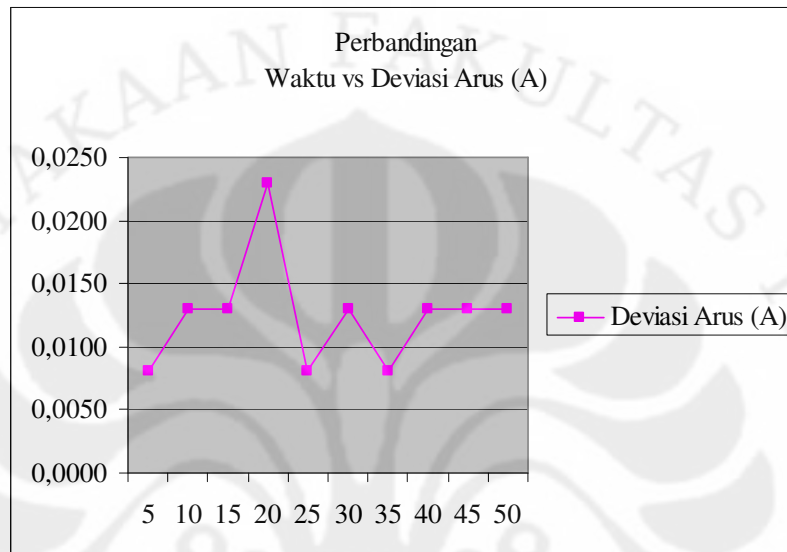


Grafik 4.2.5b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 50°C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-35 sebesar 2.35 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 2.45 W.

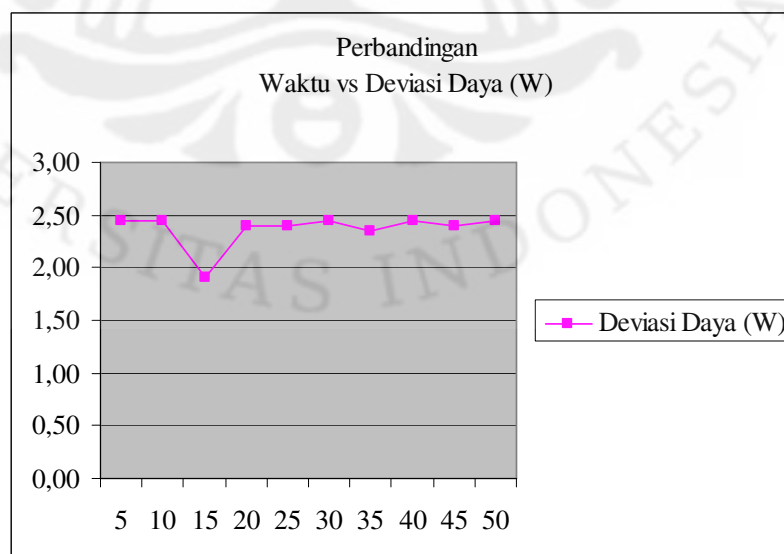
4.2.6 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input suhu 60 °C

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur analog pada suhu 60 °C didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.2.6a Deviasi Arus pada suhu lingkungan 60 °C

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada menit ke-35 sebesar 0.008 A dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada menit ke-20 sebesar 0.023 A.

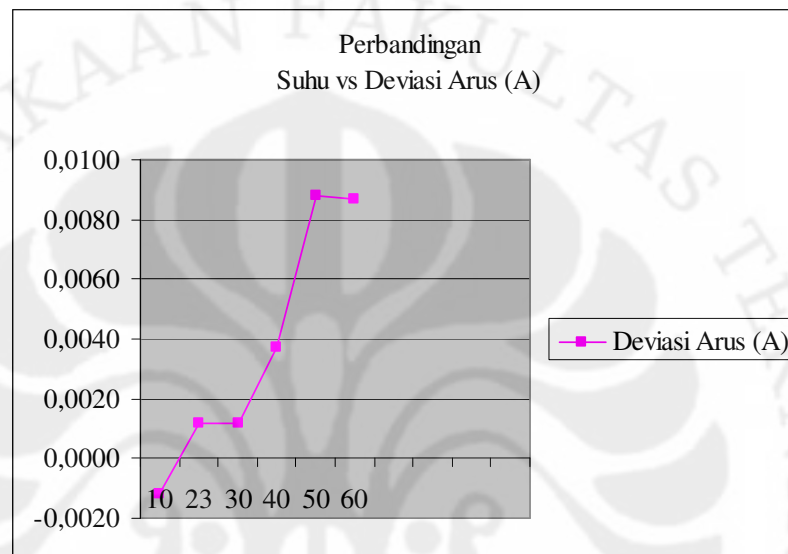


Grafik 4.2.6b Deviasi Daya pada suhu lingkungan 60 °C

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada menit ke-15 sebesar 1.90 W, dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada menit ke-50 sebesar 2.45 W.

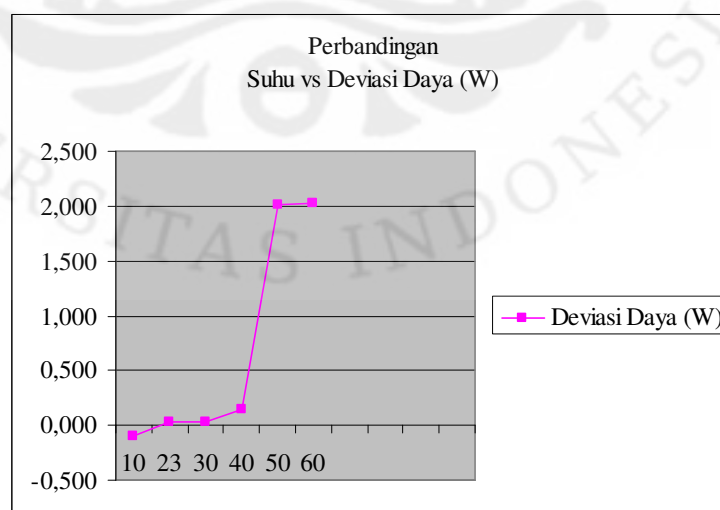
4.3 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input pada setiap temperatur alat ukur digital

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur analog pada setiap suhu didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.3a Deviasi Arus pada setiap suhu lingkungan

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada suhu 10 °C sebesar -0.0012 A dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada suhu 60 °C sebesar 0.0088 A.

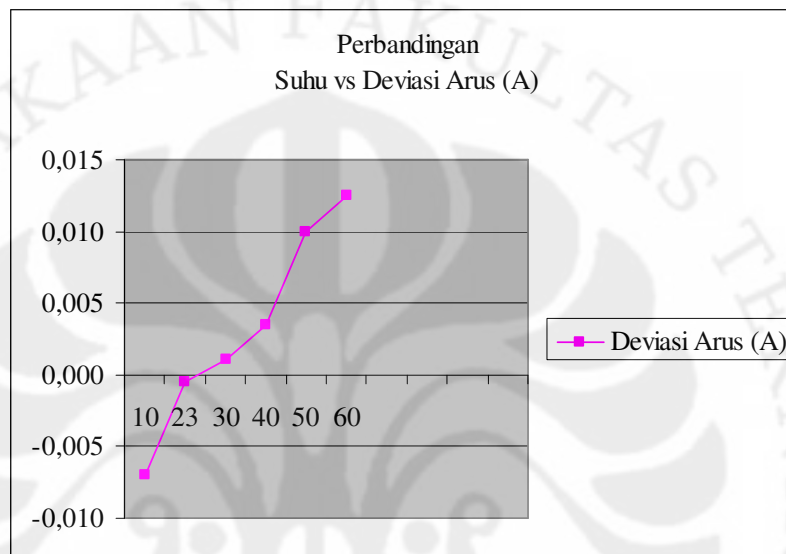


Grafik 4.3b Deviasi Daya pada setiap suhu lingkungan

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada suhu 10 °C sebesar -0.098 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada suhu 50 °C sebesar 2.021 W.

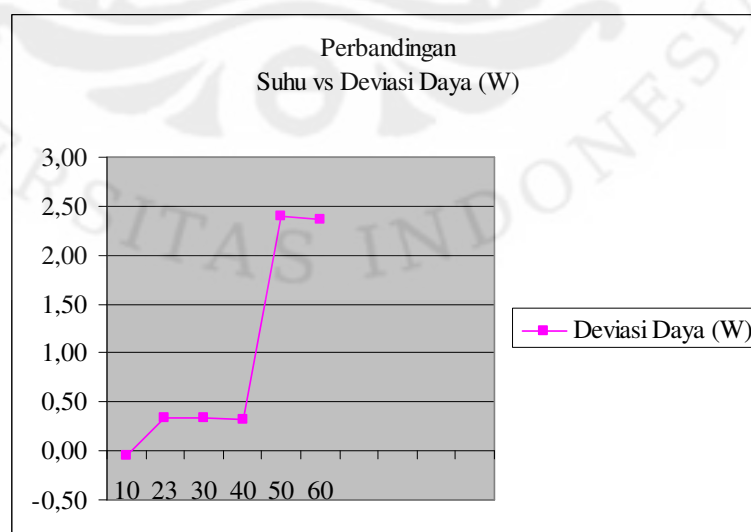
4.4 Analisis deviasi pengukuran arus dan daya input pada setiap temperature alat ukur analog

Dari data pengukuran arus dan daya input dengan menggunakan alat ukur analog pada setiap temperatur didapat grafik deviasi pengukuran sbb :



Grafik 4.4a Deviasi Arus pada setiap suhu lingkungan

Nilai deviasi arus minimum terjadi pada suhu 10 °C sebesar -0.007 A dan nilai deviasi arus maksimum terjadi pada suhu 60 °C sebesar 0.013 A.



Grafik 4.4b Deviasi Daya pada setiap suhu lingkungan

Nilai deviasi daya minimum terjadi pada suhu 10 °C sebesar -0.04 W dan nilai deviasi daya maksimum terjadi pada suhu 50 °C sebesar 2.40 W.

4.5 Analysis *uncertainty* pengukuran arus dan daya input dengan alat ukur digital.

4.5.1 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 10 °C

4.5.1.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = (0.0342 + 0.0368 + 0.0363 + 0.0362 + 0.0357 + 0.0361 + 0.0362 + 0.0355 + 0.0362)/10 = 0.0358 Ampere

Nilai rata – rata untuk daya = (7.959 + 8.011 + 80.20 + 7.968 + 8.032 + 7.891 + 7.889 + 8.124 + 8.109 + 8.019)/10 = 8.002 Watt

4.5.1.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{var1} &= (0.0342 - 0.0358)^2 = (-0.00163)^2 = 0.000002657 \text{ A} = 0.00266 \text{ mA} \\ \text{var2} &= (0.0368 - 0.0358)^2 = (0.00097)^2 = 0.000000941 \text{ A} = 0.00094 \text{ mA} \\ \text{var3} &= (0.0363 - 0.0358)^2 = (0.00047)^2 = 0.000000221 \text{ A} = 0,00022 \text{ mA} \\ \text{var4} &= (0,0362 - 0.0358)^2 = (0.00037)^2 = 0.000000137 \text{ A} = 0,00014 \text{ mA} \\ \text{var5} &= (0,0357 - 0.0358)^2 = (-0.00013)^2 = 0.000000017 \text{ A} = 0,0002 \text{ mA} \\ \text{var6} &= (0.0351 - 0.0358)^2 = (-0.00073)^2 = 0.000000533 \text{ A} = 0,00053 \text{ mA} \\ \text{var7} &= (0.0361 - 0.0358)^2 = (0.00027)^2 = 0.000000073 \text{ A} = 0,00007 \text{ mA} \\ \text{var8} &= (0.0362 - 0.0358)^2 = (0.00037)^2 = 0.000000137 \text{ A} = 0,00014 \text{ mA} \\ \text{var9} &= (0.0355 - 0.0358)^2 = (-0.00033)^2 = 0.000000109 \text{ A} = 0,00011 \text{ mA} \\ \text{var10} &= (0.0362 - 0.0358)^2 = (0.00037)^2 = 0.000000137 \text{ A} = 0,00014 \text{ mA} \end{aligned}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (7.959-8.002)^2 = (-0.0432)^2 = 0.001866 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (8.011-8.002)^2 = (0.0088)^2 = 0.000077 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (8.020-8.002)^2 = (0.0178)^2 = 0.000317 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (7.968-8.002)^2 = (-0.0342)^2 = 0.001170 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (8.032-8.002)^2 = (0.0298)^2 = 0.000888 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (7.891-8.002)^2 = (-0.1112)^2 = 0.012365 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (7.889-8.002)^2 = (-0.1132)^2 = 0.012814 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (8.124-8.002)^2 = (0.1218)^2 = 0.014835 \text{ W}$$

$$\text{var9} = (8.109-8.002)^2 = (0.1068)^2 = 0.011406 \text{ W}$$

$$\text{var10} = (8.019-8.002)^2 = (0.0168)^2 = 0.000282 \text{ W}$$

4.5.1.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi pengukuran arus (s) = $(0.0342-0.0358)^{1/2} / (2-1) \dots \text{dst}$

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.000742 Ampere

Standar deviasi (s) = $(7.959-8.002)^{1/2} / (2-1) \dots \text{dst}$

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.0789 Watt

4.5.1.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengan rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku pengukuran arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.000742}{\sqrt{10}} = 0.000742/3.623 = 0.000235 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku pengukuran daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.0789}{\sqrt{10}} = 0.0789/3,1623 = 0.02495 \text{ Watt} = 0.025 \text{ Watt}$$

4.5.1.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.00038 Ampere

Untuk u_2 pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.005 Watt

4.5.1.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.0001}{\sqrt{3}} = 0.0000577 \text{ A}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.000577 \text{ Watt}$$

4.5.1.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.000235^2 + 0.00038^2 + 0.0000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,00000020295429} = 0,0004504 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.0002495^2 + 0.005^2 + 0.000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0.000650332929} = 0,0255 \text{ Watt}$$

4.5.1.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana :

K = faktor cakupan (2)

Maka nilai uncertainty/ketidakpastian bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran arus = $U = 2 \times 0.0004504 = 0.000901$ Ampere

Untuk pengukuran daya = $U = 2 \times 0.0255 = 0.0509$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0358 ± 0.000901 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.034899 \text{ A} \sim 0.036701 \text{ A}$

- Pengukuran Daya : 8.002 ± 0.0509 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $7.951 \text{ W} \sim 8.053 \text{ W}$

4.5.2 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 23 °C

4.5.2.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.0389 + 0.0388 + 0.0375 + 0.0386 + 0.0382 + 0.0365 + 0.0376 + 0.0385 + 0.0386 + 0.0387)/10 = 0.0382$ Ampere

Nilai rata – rata untuk daya = $(8.120 + 8.159 + 8.148 + 8.089 + 8.120 + 8.120 + 8.131 + 8.150 + 8.114 + 8.129 + 8.139)/10 = 8.130$ Watt

4.5.2.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0.0389-0.0382)^2 = (0.00071)^2 = 0.000000504 \text{ A}$$

$$\text{var2} = (0.0388-0.0382)^2 = (0.00061)^2 = 0.000000372 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0.0375-0.0382)^2 = (-0.00069)^2 = 0.000000476 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0.0386-0.0382)^2 = (0.00041)^2 = 0.000000168 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0.0382-0.0382)^2 = (0.00001)^2 = 0.000000000 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0.0365-0.0382)^2 = (-0.00169)^2 = 0.000002856 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0.0376-0.0382)^2 = (-0.00059)^2 = 0.000000348 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0.0385-0.0382)^2 = (0.00031)^2 = 0.000000096 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0.0386-0.0382)^2 = (0.00041)^2 = 0.000000168 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0.0387-0.0382)^2 = (0.00051)^2 = 0.000000260 \text{ A}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (8.120-8.130)^2 = (-0.0099)^2 = 0.000098 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (8.159-8.130)^2 = (0.0291)^2 = 0.000847 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (8.148-8.130)^2 = (0.0181)^2 = 0.000328 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (8.089-8.130)^2 = (-0.0409)^2 = 0.001673 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (8.120-8.130)^2 = (-0.0099)^2 = 0.000098 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (8.131-8.130)^2 = (0.0011)^2 = 0.000001 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (8.150-8.130)^2 = (0.0201)^2 = 0.000404 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (8.114-8.130)^2 = (-0.0159)^2 = 0.000253 \text{ W}$$

$$\text{var9} = (8.129-8.130)^2 = (-0.0009)^2 = 0.000001 \text{ W}$$

$$\text{var10} = (8.139-8.130)^2 = (0.0091)^2 = 0.000083 \text{ W}$$

4.5.2.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi pengukuran arus (s) = $(0.0389-0.0382)^{1/2}/(2-1)$ dst

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.000764 A

Standar deviasi pengukuran arus (s) = $(8.120-8.130)^{1/2}/(2-1)$ dst

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.0205 Watt

4.5.2.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengan rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.000764}{\sqrt{10}} = 0.000764/3.623 = 0.000241 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.0205}{\sqrt{10}} = 0.0205/3,1623 = 0.006485 \text{ Watt}$$

4.5.2.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian U_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk U_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.00038 Ampere

Untuk U_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.005 Watt

4.5.2.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.0001}{\sqrt{3}} = 0.0000577 \text{ A}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.000577 \text{ Watt}$$

4.5.2.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.000241^2 + 0.00038^2 + 0.0000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,00000020581029} = 0,0004539 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.00235^2 + 0.005^2 + 0.000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,000067375185} = 0,0082 \text{ Watt}$$

4.5.2.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.000454 = 0.000908$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0082 = 0.0164$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0382 ± 0.000908 yang berarti nilai sebenarnya berada pada rentang ukur $0.037292 \text{ A} \sim 0.039108 \text{ A}$

- Pengukuran Daya : 8.130 ± 0.0164 yang berarti nilai sebenarnya berada pada rentang ukur $8.1136 \text{ W} \sim 8.1464 \text{ W}$

4.5.3 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 30 °C

4.5.3.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = (0.0390 + 0.0389 + 0.0376 + 0.0385 + 0.0383 + 0.0366 + 0.0377 + 0.0386 + 0.0385 + 0.0387)/10 = 0.0382 Ampere

Nilai rata – rata untuk daya = (8.111 + 8.152 + 8.162 + 8.081 + 8.105 + 8.142 + 8.162 + 8.151 + 8.121 + 8.153)/10 = 8.134 Watt

4.5.3.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0.0390-0.0382)^2 = (0.00076)^2 = 0.000000578 \text{ A}$$

$$\text{var2} = (0.0389-0.0382)^2 = (0.00066)^2 = 0.000000436 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0.0376-0.0382)^2 = (-0.00064)^2 = 0.000000410 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0.0385-0.0382)^2 = (0.00026)^2 = 0.000000068 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0.0383-0.0382)^2 = (0.00006)^2 = 0.000000004 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0.0366-0.0382)^2 = (-0.00164)^2 = 0.000002690 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0.0377-0.0382)^2 = (-0.00054)^2 = 0.000000292 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0.0386-0.0382)^2 = (0.00036)^2 = 0.000000130 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0.0385-0.0382)^2 = (0.00026)^2 = 0.000000068 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0.0387-0.0382)^2 = (0.00046)^2 = 0.000000212 \text{ A}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (8.111-8.134)^2 = (-0.0230)^2 = 0.000529 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (8.152-8.134)^2 = (0.0180)^2 = 0.000324 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (8.162-8.134)^2 = (0.0280)^2 = 0.000784 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (8.081-8.134)^2 = (-0.0530)^2 = 0.002809 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (8.105-8.134)^2 = (-0.0290)^2 = 0.000841 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (8.142-8.134)^2 = (0.0080)^2 = 0.000064 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (8.162-8.134)^2 = (0.0280)^2 = 0.000784 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (8.151-8.134)^2 = (0.0170)^2 = 0.000289 \text{ W}$$

$$\text{var9} = (8.121-8.134)^2 = (-0.0130)^2 = 0.000169 \text{ W}$$

$$\text{var10} = (8.153-8.134)^2 = (0.0190)^2 = 0.000361 \text{ W}$$

4.5.3.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.0390-0.0382)^{1/2} / (2-1)$ dst

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.000737 A

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.0278 Watt

4.5.3.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengna rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.000737}{\sqrt{10}} = 0.000742/3.623 = 0.000233 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.0278}{\sqrt{10}} = 0.0278/3,623 = 0.008790 \text{ Watt}$$

4.5.3.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.00038 Ampere

Untuk u_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.0050 Watt

4.5.3.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.0001}{\sqrt{3}} = 0.0000577 \text{ A}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.0005774 \text{ Watt}$$

4.5.3.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.000233^2 + 0.00038^2 + 0.0000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,00000020201829} = 0,000449 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.000879^2 + 0.005^2 + 0.000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,003122835} = 0,01013 \text{ Watt}$$

4.5.3.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.0004495 = 0.00089893$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.01013 = 0.02026$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0382 ± 0.0008989 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.0373 \text{ A} \sim 0.0391 \text{ A}$

- Pengukuran Daya : 8.134 ± 0.02026 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $8.11374 \text{ W} \sim 8.15426 \text{ W}$

4.5.4 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 40°C

4.5.4.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.0399 + 0.0401 + 0.0398 + 0.0402 + 0.0418 + 0.0400 + 0.0419 + 0.0401 + 0.0411 + 0.0416)/10 = 0.0407$ Ampere,

Nilai rata – rata untuk daya = $(8.252 + 8.281 + 8.273 + 8.190 + 8.151 + 8.242 + 8.261 + 8.272 + 8.231 + 8.242)/10 = 8.240$ Watt

4.5.4.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0.0399 - 0.0407)^2 = (-0.00075)^2 = 0.000000563 \text{ A}$$

$$\text{var2} = (0.0401 - 0.0407)^2 = (-0.00055)^2 = 0.000000303 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0.0398 - 0.0407)^2 = (-0.00085)^2 = 0.000000722 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0.0402 - 0.0407)^2 = (-0.00045)^2 = 0.000000202 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0.0418 - 0.0407)^2 = (0.00115)^2 = 0.000001323 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0.0400 - 0.0407)^2 = (-0.00065)^2 = 0.000000422 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0.0419 - 0.0407)^2 = (0.00125)^2 = 0.000001563 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0.0401 - 0.0407)^2 = (-0.00055)^2 = 0.000000303 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0.0411-0.0407)^2 = (0.00045)^2 = 0.000000202 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0.0416-0.0407)^2 = (0.00095)^2 = 0.000000902 \text{ A}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (8.252-8.240)^2 = (0.0125)^2 = 0.000156 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (8.281-8.240)^2 = (0.0415)^2 = 0.001722 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (8.273-8.240)^2 = (0.0335)^2 = 0.001122 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (8.190-8.240)^2 = (-0.0495)^2 = 0.002450 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (8.151-8.240)^2 = (-0.0885)^2 = 0.007832 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (8.242-8.240)^2 = (0.0025)^2 = 0.000006 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (8.261-8.240)^2 = (0.0215)^2 = 0.000462 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (8.272-8.240)^2 = (0.0325)^2 = 0.001056 \text{ W}$$

$$\text{var9} = (8.231-8.240)^2 = (-0.0085)^2 = 0.000072 \text{ W}$$

$$\text{var10} = (8.242-8.240)^2 = (0.0025)^2 = 0.000006 \text{ W}$$

4.5.4.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.0342-0.0358)^{1/2} / (2-1) \dots \text{dst}$

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0,000852 A

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0,0407 Watt

4.5.4.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengan rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = U_1 = \frac{0,000852}{\sqrt{10}} = 0.000852/3.623 = 0.000269 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = U_1 = \frac{0.04067}{\sqrt{10}} = 0.04067/3,1623 = 0.01286 \text{ Watt}$$

4.5.4.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.00038 Ampere

Untuk u_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.0050 Watt

4.5.4.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.0001}{\sqrt{3}} = 0.0000577 \text{ A} = 0.0577 \text{ mA}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.000577 \text{ Watt} = 0.577 \text{ mW}$$

4.5.4.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.000269^2 + 0.00038^2 + 0.0000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,00000022009029} = 0,0004691 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.01286^2 + 0.005^2 + 0.000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0.000190712529} = 0.0138 \text{ Watt}$$

4.5.4.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat:

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0,000469 = 0.000938$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0138 = 0.02762$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0407 ± 0.000938 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.039762 \text{ A} \sim 0.041638 \text{ A}$

- Pengukuran Daya : 8.240 ± 0.02762 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $8.21238 \text{ W} \sim 8.26762 \text{ W}$

4.5.5 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 50 °C

4.5.5.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.0434 + 0.0442 + 0.0476 + 0.0468 + 0.0494 + 0.0489 + 0.0467 + 0.0457 + 0.0437 + 0.0419)/10 = 0.0458$ Ampere

Nilai rata – rata untuk daya = $(10.113 + 10.122 + 10.121 + 10.182 + 10.092 + 10.146 + 10.123 + 10.112 + 10.101 + 10.072)/10 = 10.118$ Watt

4.5.5.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{var1} &= (0.0434-0.0458)^2 = (-0.00243)^2 = 0.000005905 \text{ A} \\ \text{var2} &= (0.0442-0.0458)^2 = (-0.00163)^2 = 0.000002657 \text{ A} \\ \text{var3} &= (0.0476-0.0458)^2 = (0.00177)^2 = 0.000003133 \text{ A} \\ \text{var4} &= (0.0468-0.0458)^2 = (0.00097)^2 = 0.000000941 \text{ A} \\ \text{var5} &= (0.0494-0.0458)^2 = (0.00357)^2 = 0.000012745 \text{ A} \\ \text{var6} &= (0.0489-0.0458)^2 = (0.00307)^2 = 0.000009425 \text{ A} \\ \text{var7} &= (0.0467-0.0458)^2 = (0.00087)^2 = 0.000000757 \text{ A} \\ \text{var8} &= (0.0457-0.0458)^2 = (-0.00013)^2 = 0.000000017 \text{ A} \\ \text{var9} &= (0.0437-0.0458)^2 = (-0.00213)^2 = 0.000004537 \text{ A} \\ \text{var10} &= (0.0419-0.0458)^2 = (-0.00393)^2 = 0.000015445 \text{ A} \end{aligned}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{var1} &= (10.113-10.118)^2 = (-0.0054)^2 = 0.000029 \text{ W} \\ \text{var2} &= (10.122-10.118)^2 = (0.0036)^2 = 0.000013 \text{ W} \\ \text{var3} &= (10.121-10.118)^2 = (0.0026)^2 = 0.000007 \text{ W} \\ \text{var4} &= (10.182-10.118)^2 = (0.0636)^2 = 0.004045 \text{ W} \\ \text{var5} &= (10.092-10.118)^2 = (-0.0264)^2 = 0.000697 \text{ W} \\ \text{var6} &= (10.146-10.118)^2 = (0.0276)^2 = 0.000762 \text{ W} \\ \text{var7} &= (10.123-10.118)^2 = (0.0046)^2 = 0.000021 \text{ W} \\ \text{var8} &= (10.112-10.118)^2 = (-0.0064)^2 = 0.000041 \text{ W} \\ \text{var9} &= (10.101-10.118)^2 = (-0.0174)^2 = 0.000303 \text{ W} \\ \text{var10} &= (10.072-10.118)^2 = (-0.0464)^2 = 0.002153 \text{ W} \end{aligned}$$

4.5.5.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.0434-0.0458)^{1/2} / (2-1)$ dst

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.002485 Ampere

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.0299 Watt

4.5.5.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengan rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.002485}{\sqrt{10}} = 0.002485/3.623 = 0.000786 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.0299}{\sqrt{10}} = 0.0299/3,1623 = 0.009469 \text{ Watt}$$

4.5.5.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.00038 Ampere

Untuk u_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.0050 Watt

4.5.5.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.0001}{\sqrt{3}} = 0.0000577 \text{ A} = 0.0577 \text{ mA}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.000577 \text{ Watt} = 0.577 \text{ mW}$$

4.5.5.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.000786^2 + 0.00038^2 + 0.0000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0.00012234} = 0.0008747 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.0299^2 + 0.005^2 + 0.000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0.0150468} = 0.0107 \text{ Watt}$$

4.5.5.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.000792 = 0.001749$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0098 = 0.0215$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0458 ± 0.001749 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.04408 \text{ A} \sim 0.047579 \text{ A}$

- Pengukuran Daya : 10.118 ± 0.0215 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $10.0969 \text{ W} \sim 10.13985 \text{ W}$

4.5.6 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 60°C

4.5.6.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.0435 + 0.0445 + 0.0475 + 0.0465 + 0.0495 + 0.0486 + 0.0469 + 0.0456 + 0.0431 + 0.0416)/10 = 0.0457$ Ampere.

Nilai rata – rata untuk daya = $(10.121 + 10.132 + 10.094 + 10.194 + 10.083 + 10.154 + 10.121 + 10.125 + 10.132 + 10.051)/10 = 10.121$ Watt.

4.5.6.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0.0435-0.0457)^2 = (-0.00223)^2 = 0.000004973 \text{ A}$$

$$\text{var2} = (0.0445-0.0457)^2 = (-0.00123)^2 = 0.000001513 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0.0475-0.0457)^2 = (0.00177)^2 = 0.000003133 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0.0465-0.0457)^2 = (0.00077)^2 = 0.000000593 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0.0495-0.0457)^2 = (0.00377)^2 = 0.000014213 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0.0486-0.0457)^2 = (0.00287)^2 = 0.000008237 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0.0469-0.0457)^2 = (0.00117)^2 = 0.000001369 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0.0456-0.0457)^2 = (-0.00013)^2 = 0.000000017 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0.0431-0.0457)^2 = (-0.00263)^2 = 0.000006917 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0.0416-0.0457)^2 = (-0.00413)^2 = 0.000017057 \text{ A}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (10.121-10.121)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (10.132-10.121)^2 = (0.0113)^2 = 0.000128 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (10.094-10.121)^2 = (-0.0267)^2 = 0.000713 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (10.194-10.121)^2 = (0.0733)^2 = 0.005373 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (10.083-10.121)^2 = (-0.0377)^2 = 0.001421 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (10.154-10.121)^2 = (0.0333)^2 = 0.001109 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (10.121-10.121)^2 = (0.0003)^2 = 0.000000 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (10.125-10.121)^2 = (0.0043)^2 = 0.000018 \text{ W}$$

$$\text{var9} = (10.132-10.121)^2 = (0.0113)^2 = 0.000128 \text{ W}$$

$$\text{var10} = (10.051-10.121)^2 = (-0.0697)^2 = 0.004858 \text{ W}$$

4.5.6.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.0435-0.0457)^{1/2}/(2-1)$ dst

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.002539 A

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.0391 Watt

4.5.6.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengan rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.002539}{\sqrt{10}} = 0.002539/3.623 = 0.000803 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.0391}{\sqrt{10}} = 0.0391/3,1623 = 0.012359 \text{ Watt}$$

4.5.6.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.00038 Ampere

Untuk u_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.0050 Watt

4.5.6.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.0001}{\sqrt{3}} = 0.0000577 \text{ A} = 0.0577 \text{ mA}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.000577 \text{ Watt} = 0.577 \text{ mW}$$

4.5.6.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.000803^2 + 0.0038^2 + 0.0000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,00001449855429} = 0.0008902 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.012359^2 + 0.05^2 + 0.000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0179368} = 0.0133 \text{ Watt}$$

4.5.6.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.0008902 = 0.001780$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0133 = 0.026690$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0457 ± 0.001780 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.04395 \text{ A} \sim 0.047510 \text{ A}$
- Pengukuran Daya : 10.121 ± 0.02669 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $10.09401 \text{ W} \sim 10.14739 \text{ W}$

4.6 Analisis deviasi dan uncertainty Pengukuran arus dan daya input dengan alat ukur analog.

4.6.1 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 10°C

4.6.1.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.030 + 0.030 + 0.035 + 0.025 + 0.040 + 0.025 + 0.030 + 0.025 + 0.030)/10 = 0.030$ Ampere

Nilai rata – rata untuk daya = $(8.05 + 8.00 + 8.00 + 8.05 + 8.10 + 8.10 + 8.05 + 8.05 + 8.10 + 8.10)/10 = 8.06$ Watt,

4.6.1.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0.030 - 0.030)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ A}$$

$$\text{var2} = (0.030 - 0.030)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0.030 - 0.030)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0.035 - 0.030)^2 = (0.005)^2 = 0.000025 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0.025 - 0.030)^2 = (-0.005)^2 = 0.000025 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0.040 - 0.030)^2 = (0.010)^2 = 0.000100 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0.025 - 0.030)^2 = (-0.005)^2 = 0.000025 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0.030-0.030)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0.025-0.030)^2 = (-0.005)^2 = 0.000025 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0.030-0.030)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ A}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (8.05-8.06)^2 = (-0.01)^2 = 0.0001 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (8.00-8.06)^2 = (-0.06)^2 = 0.0036 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (8.00-8.06)^2 = (-0.06)^2 = 0.0036 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (8.05-8.06)^2 = (-0.01)^2 = 0.0001 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (8.10-8.06)^2 = (0.04)^2 = 0.0016 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (8.10-8.06)^2 = (0.04)^2 = 0.0016 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (8.05-8.06)^2 = (-0.01)^2 = 0.0001 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (8.05-8.06)^2 = (-0.01)^2 = 0.0001 \text{ W}$$

$$\text{var9} = (8.10-8.06)^2 = (0.04)^2 = 0.0016 \text{ W}$$

$$\text{var10} = (8.10-8.06)^2 = (0.04)^2 = 0.0016 \text{ W}$$

4.6.1.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.0342-0.0358)^{1/2} / (2-1)$ dst

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.004714 A

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.0394 Watt

4.6.1.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengna rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.004714}{\sqrt{10}} = 0.004714/3.623 = 0.001491 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.0394}{\sqrt{10}} = 0.0394/3,1623 = 0.012472 \text{ Watt}$$

4.6.1.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian U_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk U_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.0005 Ampere

Untuk U_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.0050 Watt

4.6.1.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0028868 \text{ A}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.028868 \text{ Watt}$$

4.6.1.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.0012472^2 + 0.005^2 + 0.0028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0048775} = 0.0032872 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.0394^2 + 0.05^2 + 0.0288675^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0463397} = 0.0318 \text{ Watt}$$

4.6.1.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.0032872 = 0.006574$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0318 = 0.06368$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.030 ± 0.006574 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.02343 \text{ A} \sim 0.036574 \text{ A}$
- Pengukuran Daya : 8.060 ± 0.06368 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $7.99632 \text{ W} \sim 8.123683 \text{ W}$

4.6.2 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 23°C

4.6.2.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.030 + 0.035 + 0.035 + 0.035 + 0.040 + 0.040 + 0.035 + 0.035 + 0.040 + 0.040)/10 = 0.0365$ Ampere,

Nilai rata – rata untuk daya = $(8.45 + 8.45 + 8.45 + 8.45 + 8.50 + 8.40 + 8.45 + 8.45 + 8.45 + 8.40)/10 = 8.445$ Watt,

4.6.2.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0.030-0.0365)^2 = (-0.007)^2 = 0.000042 \text{ A}$$

$$\text{var2} = (0.035-0.0365)^2 = (-0.001)^2 = 0.000002 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0.035-0.0365)^2 = (-0.001)^2 = 0.000002 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0.035-0.0365)^2 = (-0.001)^2 = 0.000002 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0.040-0.0365)^2 = (0.004)^2 = 0.000012 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0.040-0.0365)^2 = (0.004)^2 = 0.000012 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0.035-0.0365)^2 = (-0.001)^2 = 0.000002 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0.035-0.0365)^2 = (-0.001)^2 = 0.000002 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0.040-0.0365)^2 = (0.004)^2 = 0.000012 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0.040-0.0365)^2 = (0.004)^2 = 0.000012 \text{ A}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (8.45-8.445)^2 = (0.00)^2 = 0.0000 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (8.45-8.445)^2 = (0.00)^2 = 0.0000 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (8.45-8.445)^2 = (0.00)^2 = 0.0000 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (8.45-8.445)^2 = (0.00)^2 = 0.0000 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (8.50-8.445)^2 = (0.05)^2 = 0.0030 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (8.40-8.445)^2 = (-0.04)^2 = 0.0020 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (8.45-8.445)^2 = (0.00)^2 = 0.0000 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (8.45-8.445)^2 = (0.00)^2 = 0.0000 \text{ W}$$

$$\text{var9} = (8.45-8.445)^2 = (0.00)^2 = 0.0000 \text{ W}$$

$$\text{var10} = (8.40-8.445)^2 = (-0.04)^2 = 0.0020 \text{ W}$$

4.6.2.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.030-0.0365)^{1/2}/(2-1)$ dst

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.003375 A

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.0284 Watt

4.6.2.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengan rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.003375}{\sqrt{10}} = 0.003375/3.1623 = 0.001067 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.0284}{\sqrt{10}} = 0.0284/3.1623 = 0.008975 \text{ Watt}$$

4.6.2.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.0005 Ampere

Untuk u_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.0050 Watt

4.6.2.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0028868 \text{ Ampere}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.028868 \text{ Watt}$$

4.6.2.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.001067^2 + 0.005^2 + 0.0028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0044539} = 0.003118 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.008975^2 + 0.05^2 + 0.028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0428428} = 0.0306 \text{ Watt}$$

4.6.2.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.003118 = 0.006236$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0306 = 0.061283$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0365 ± 0.006236 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.03026 \text{ A} \sim 0.042736 \text{ A}$

- Pengukuran Daya : 8.445 ± 0.061283 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $8.3837 \text{ W} \sim 8.5063 \text{ W}$

4.6.3 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 30°C

4.6.3.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.030 + 0.040 + 0.035 + 0.040 + 0.045 + 0.035 + 0.035 + 0.040 + 0.040 + 0.040)/10 = 0.0380$ Ampere,

Nilai rata – rata untuk daya = $(8.50 + 8.50 + 8.50 + 8.45 + 8.00 + 8.45 + 8.45 + 8.45 + 8.45 + 8.55)/10 = 8.430$ Watt,

4.6.3.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0.030-0.038)^2 = (-0.008)^2 = 0.000064 \text{ A}$$

$$\text{var2} = (0.040-0.038)^2 = (0.002)^2 = 0.000004 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0.035-0.038)^2 = (-0.003)^2 = 0.000009 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0.040-0.038)^2 = (0.002)^2 = 0.000004 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0.045-0.038)^2 = (0.007)^2 = 0.000049 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0.035-0.038)^2 = (-0.003)^2 = 0.000009 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0.035-0.038)^2 = (-0.003)^2 = 0.000009 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0.040-0.038)^2 = (0.002)^2 = 0.000004 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0.040-0.038)^2 = (0.002)^2 = 0.000004 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0.040-0.038)^2 = (0.002)^2 = 0.000004 \text{ A}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (8.50-8.43)^2 = (0.07)^2 = 0.0049 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (8.50-8.43)^2 = (0.07)^2 = 0.0049 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (8.50-8.43)^2 = (0.07)^2 = 0.0049 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (8.45-8.43)^2 = (0.02)^2 = 0.0004 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (8.00-8.43)^2 = (-0.43)^2 = 0.1849 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (8.45-8.43)^2 = (0.02)^2 = 0.0004 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (8.45-8.43)^2 = (0.02)^2 = 0.0004 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (8.45-8.43)^2 = (0.02)^2 = 0.0004 \text{ W}$$

$$\text{var}_9 = (8.45-8.43)^2 = (0.02)^2 = 0.0004 \text{ W}$$

$$\text{var}_{10} = (8.55-8.43)^2 = (0.12)^2 = 0.0144 \text{ W}$$

4.6.3.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.030-0.0380)^{1/2} / (2-1)$ dst

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.004216 A

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.1549 Watt

4.6.3.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengna rumus sbb :

$$U_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.004216}{\sqrt{10}} = 0.004216/3.623 = 0.001333 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.1549}{\sqrt{10}} = 0.1549/3,1623 = 0.048990 \text{ Watt}$$

4.6.3.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.0005 Ampere

Untuk u_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.0050 Watt

4.6.3.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (U_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0028868 \text{ A}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.028868 \text{ Watt}$$

4.6.3.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.001333^2 + 0.005^2 + 0.0028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0000104} = 0.003219 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.004899^2 + 0.05^2 + 0.000577^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0828573} = 0.0571 \text{ Watt}$$

4.6.3.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.003219 = 0.006438$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0571 = 0.1142$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0380 ± 0.006438 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.03156 \text{ A} \sim 0.044438 \text{ A}$
- Pengukuran Daya : 8.430 ± 0.1142 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $8.31584 \text{ W} \sim 8.544164 \text{ W}$

4.6.4 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 40°C

4.6.4.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.035 + 0.045 + 0.030 + 0.045 + 0.045 + 0.040 + 0.040 + 0.040 + 0.040 + 0.045)/10 = 0.0405$ Ampere,

Nilai rata – rata untuk daya = $(8.55 + 8.55 + 8.50 + 8.45 + 8.00 + 8.45 + 8.55 + 8.00 + 8.55 + 8.55)/10 = 8.415$ Watt,

4.6.4.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0.035 - 0.0405)^2 = (-0.005)^2 = 0.000030 \text{ A}$$

$$\text{var2} = (0.045 - 0.0405)^2 = (0.005)^2 = 0.000020 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0.030 - 0.0405)^2 = (-0.011)^2 = 0.000110 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0.045 - 0.0405)^2 = (0.005)^2 = 0.000020 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0.045 - 0.0405)^2 = (0.005)^2 = 0.000020 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0.040 - 0.0405)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0.040 - 0.0405)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0.040 - 0.0405)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0.040 - 0.0405)^2 = (0.000)^2 = 0.000000 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0.045 - 0.0405)^2 = (0.005)^2 = 0.000020 \text{ A}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (8.55-8.415)^2 = (0.14)^2 = 0.0182 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (8.55-8.415)^2 = (0.14)^2 = 0.0182 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (8.50-8.415)^2 = (0.09)^2 = 0.0072 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (8.45-8.415)^2 = (0.04)^2 = 0.0012 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (8.00-8.415)^2 = (-0.41)^2 = 0.1722 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (8.45-8.415)^2 = (0.04)^2 = 0.0012 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (8.55-8.415)^2 = (0.14)^2 = 0.0182 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (8.00-8.415)^2 = (-0.41)^2 = 0.1722 \text{ W}$$

$$\text{var9} = (8.55-8.415)^2 = (0.14)^2 = 0.0182 \text{ W}$$

$$\text{var10} = (8.55-8.415)^2 = (0.14)^2 = 0.0182 \text{ W}$$

4.6.4.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.035-0.0405)^{1/2} / (2-1) \dots \text{dst}$

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.004972 A

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.2224 Watt

4.6.4.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengna rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.004972}{\sqrt{10}} = 0.004972/3.623 = 0.001572 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.2224}{\sqrt{10}} = 0.2224/3,1623 = 0.07034 \text{ Watt}$$

4.6.4.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.005 Ampere

Untuk u_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.050 Watt

4.6.4.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0028868 \text{ Ampere}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.028868 \text{ Watt}$$

4.6.4.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.001572^2 + 0.005^2 + 0.0028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0000111} = 0.003325 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.07034^2 + 0.05^2 + 0.028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,1042} = 0.0762 \text{ Watt}$$

4.6.4.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.003325 = 0.00665$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0762 = 0.152388$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0405 ± 0.00665 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.03385 \text{ A} \sim 0.04715 \text{ A}$

- Pengukuran Daya : 8.415 ± 0.1524 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $8.2626 \text{ W} \sim 8.5674 \text{ W}$

4.6.5 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 50°C

4.6.5.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.040 + 0.055 + 0.045 + 0.045 + 0.045 + 0.050 + 0.045 + 0.045 + 0.050 + 0.050)/10 = 0.0470$ Ampere,

Nilai rata – rata untuk daya = $(10.50 + 10.50 + 10.45 + 10.50 + 10.50 + 10.50 + 10.45 + 10.55 + 10.50 + 10.55)/10 = 10.50$ Watt,

4.6.5.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0,040-0.047)^2 = (-0,007)^2 = 0,000049 \text{ A}$$

$$\text{var2} = (0,055-0.047)^2 = (0,008)^2 = 0,000064 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0,045-0.047)^2 = (-0,002)^2 = 0,000004 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0,045-0.047)^2 = (-0,002)^2 = 0,000004 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0,045-0.047)^2 = (-0,002)^2 = 0,000004 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0,050-0.047)^2 = (0,003)^2 = 0,000009 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0,045-0.047)^2 = (-0,002)^2 = 0,000004 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0,045-0.047)^2 = (-0,002)^2 = 0,000004 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0,050-0.047)^2 = (0,003)^2 = 0,000009 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0,050-0.047)^2 = (0,003)^2 = 0,000009 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (10,55-10.50)^2 = (0,05)^2 = 0,0025 \text{ W}$$

4.6.5.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.040-0.0470)^{1/2} / (2-1) \dots \text{dst}$

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.004216 A

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.0333 Watt

4.6.5.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengna rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.004216}{\sqrt{10}} = 0.004216/3.623 = 0.001333 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.0333}{\sqrt{10}} = 0.0333/3,1623 = 0.01054 \text{ Watt}$$

4.6.5.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.005 Ampere

Untuk u_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.050 Watt

4.6.5.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0028868 \text{ Ampere}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.028868 \text{ Watt}$$

4.6.5.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.001333^2 + 0.005^2 + 0.0028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0000104} = 0.0032189 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

$$u_c = \sqrt{0.01054^2 + 0.05^2 + 0.028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0444084} = 0.0311 \text{ Watt}$$

4.6.5.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.0032189 = 0.006438$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0311 = 0.062272$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0470 ± 0.006438 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.0406 \text{ A} \sim 0.0534 \text{ A}$

- Pengukuran Daya : 10.500 ± 0.062272 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $10.4377 \text{ W} \sim 10.5623 \text{ W}$

4.6.6 Mencari standar deviasi dan ketidakpastian pada kondisi suhu 60°C

4.6.6.1 Mencari Nilai rata – rata pengukuran

Dari data diatas dicari nilai rata – rata pengukuran dengan rumus berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Nilai rata – rata untuk arus = $(0.045 + 0.050 + 0.050 + 0.060 + 0.045 + 0.050 + 0.045 + 0.050 + 0.050 + 0.050)/10 = 0.0495$ Ampere,

Nilai rata – rata untuk daya = $(10.55 + 10.55 + 10.00 + 10.50 + 10.50 + 10.55 + 10.45 + 10.55 + 10.50 + 10.55)/10 = 10.47$ Watt,

4.6.6.2 Mencari Nilai variasi pengukuran

$$\text{var} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran arus sebagai berikut :

$$\text{var1} = (0,045-0.0495)^2 = (-0,005)^2 = 0,000020\text{A}$$

$$\text{var2} = (0,050-0.0495)^2 = (0,001)^2 = 0,000000 \text{ A}$$

$$\text{var3} = (0,050-0.0495)^2 = (0,001)^2 = 0,000000 \text{ A}$$

$$\text{var4} = (0,060-0.0495)^2 = (0,011)^2 = 0,000110 \text{ A}$$

$$\text{var5} = (0,045-0.0495)^2 = (-0,005)^2 = 0,000020 \text{ A}$$

$$\text{var6} = (0,050-0.0495)^2 = (0,001)^2 = 0,000000 \text{ A}$$

$$\text{var7} = (0,045-0.0495)^2 = (-0,005)^2 = 0,000020 \text{ A}$$

$$\text{var8} = (0,050-0.0495)^2 = (0,001)^2 = 0,000000 \text{ A}$$

$$\text{var9} = (0,050-0.0495)^2 = (0,001)^2 = 0,000000 \text{ A}$$

$$\text{var10} = (0,050-0.0495)^2 = (0,001)^2 = 0,000000 \text{ A}$$

Didapat perhitungan variasi pengukuran daya sebagai berikut :

$$\text{var1} = (10,55-10.470)^2 = (0,08)^2 = 0,0064 \text{ W}$$

$$\text{var2} = (10,55-10.470)^2 = (0,08)^2 = 0,0064 \text{ W}$$

$$\text{var3} = (10,00-10.470)^2 = (-0,47)^2 = 0,2209 \text{ W}$$

$$\text{var4} = (10,50-10.470)^2 = (0,03)^2 = 0,0009 \text{ W}$$

$$\text{var5} = (10,50-10.470)^2 = (0,03)^2 = 0,0009 \text{ W}$$

$$\text{var6} = (10,55-10.470)^2 = (0,08)^2 = 0,0064 \text{ W}$$

$$\text{var7} = (10,45-10.470)^2 = (-0,02)^2 = 0,0004 \text{ W}$$

$$\text{var8} = (10,55-10.470)^2 = (0,08)^2 = 0,0064 \text{ W}$$

$$\text{var9} = (10,50-10.470)^2 = (0,03)^2 = 0,0009 \text{ W}$$

$$\text{var10} = (10,55-10.470)^2 = (0,08)^2 = 0,0064 \text{ W}$$

4.6.6.3 Mencari Nilai standar deviasi pengukuran

Mencari nilai standar deviasinya yaitu dengan rumus berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Standar deviasi (s) = $(0.045-0.0470)^{1/2} / (2-1) \dots$ dst

Maka didapat nilai standar deviasi arus yaitu 0.004378 A

Maka didapat nilai standar deviasi daya yaitu 0.1687 Watt

4.6.6.4 Mencari ketidakpastian baku (ESDM) (u_1)

Dari hasil evaluasi standar deviasi diatas diketahui nilai ketidakpastian baku dengna rumus sbb :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku arus sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.004378}{\sqrt{10}} = 0.004378/3.623 = 0.001384 \text{ Ampere}$$

Didapat nilai ketidakpastian baku daya sebagai berikut :

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = u_1 = \frac{0.1687}{\sqrt{10}} = 0.1687/3,1623 = 0.05333 \text{ Watt}$$

4.6.6.5 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_2)

Untuk ketidakpastian u_2 , jika alat ukur yang digunakan sudah terkalibrasi, maka data ketidakpastian pada sertifikat kalibrasi dapat digunakan.

Untuk u_2 , pengukuran arus didapat sebagai berikut = 0.005 Ampere

Untuk u_2 , pengukuran daya didapat sebagai berikut = 0.050 Watt

4.6.6.6 Mencari ketidakpastian analisis tipe B (u_3)

Untuk ketidakpastian tipe B (u_3) diasumsikan hasil pengukuran merata di setiap sisi dengan bentuk model rectangular, maka didapat sebagai berikut :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0028868 \text{ Ampere}$$

Sedangkan untuk pengukuran daya didapat sebagai berikut =

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}} = u_3 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.028868 \text{ Watt}$$

4.6.6.7 Mencari ketidakpastian gabungan (u_c)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran arus yaitu

$$u_c = \sqrt{0.001384^2 + 0.005^2 + 0.0028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0000105} = 0.00324 \text{ Ampere}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}$$

Maka ketidakpastian gabungan untuk pengukuran daya yaitu

$$u_c = \sqrt{0.05333^2 + 0.05^2 + 0.028868^2}$$

$$u_c = \sqrt{0,0872} = 0.0609 \text{ Watt}$$

4.6.6.8 Mencari ketidakpastian bentangan (expanded) (U)

Rumus : $U = u_c \cdot k$

Dimana : k = faktor cakupan (2)

Maka nilai Uncertainty bentangannya (U) didapat :

Untuk pengukuran Arus = $2 \times 0.00324 = 0.006481$ Ampere

Untuk pengukuran Daya = $2 \times 0.0609 = 0.1217$ Watt

Sehingga didapat hasil akhir ketidakpastian keseluruhan pengukuran tersebut sebagai berikut :

- Pengukuran Arus : 0.0495 ± 0.006481 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $0.04302 \text{ A} \sim 0.05598 \text{ A}$
- Pengukuran Daya : 10.470 ± 0.1217 yang berarti nilai benarnya berada pada rentang ukur $10.3480 \text{ W} \sim 10.5917 \text{ W}$

4.7 Hasil ketidakpastian pengukuran akhir pengujian (alat ukur Digital)

No.	Suhu (°C)	Arus (A)	Deviasi (A)	Uncertainty ($\pm A$), 95%, k=2
1	10	0.0358	-0.0012	0.000901
2	23	0.0382	0.0012	0.000908
3	30	0.0382	0.0012	0.000899
4	40	0.0407	0.0037	0.000938
5	50	0.0458	0.0088	0.001749
6	60	0.0457	0.0087	0.001780

No.	Suhu (°C)	Daya (Watt)	Deviasi (W)	Uncertainty ($\pm W$), 95%, k=2
1	10	8.002	-0.098	0.0509
2	23	8.130	0.030	0.0164
3	30	8.134	0.034	0.0203
4	40	8.240	0.140	0.0276
5	50	10.118	2.018	0.0215
6	60	10.121	2.021	0.0267

4.8 Hasil ketidakpastian pengukuran akhir pengujian (alat ukur Analog)

No.	Suhu (°C)	Arus (A)	Deviasi (A)	Uncertainty ($\pm A$), 95%, k=2
1	10	0.030	-0.007	0.00657
2	23	0.037	-0.001	0.00624
3	30	0.038	0.001	0.00644
4	40	0.041	0.004	0.00665
5	50	0.047	0.010	0.00644
6	60	0.050	0.013	0.00648

No.	Suhu (°C)	Daya (Watt)	Deviasi (W)	Uncertainty ($\pm W$), 95%, k=2
1	10	8.06	-0.40	0.0637
2	23	8.45	0.35	0.0613
3	30	8.43	0.33	0.1142
4	40	8.42	0.32	0.1523
5	50	10.50	2.40	0.1603
6	60	10.47	2.37	0.1217

BAB 5 KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan analisis data pengukuran arus dan daya input diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai deviasi dan uncertainty pengukuran sangat dipengaruhi oleh temperatur atau kondisi lingkungan. Makin tinggi pengaruh lingkungan yang diberikan akan semakin besar nilai deviasi dan ketidakpastian pengukuran yang terjadi terutama diatas temperatur operasi alat ukur yaitu pada suhu 50 °C dan 60 °C.
2. Alat ukur analog lebih besar memiliki nilai deviasi pengukuran sebesar 0.013 A dan 2.37 W dibandingkan dengan alat ukur digital 0.0088 A dan 2.021 W, sehingga sesuai persyaratan bahwa deviasi tidak boleh melebihi 20% (0.0074 A dan 1.62 W) maka pengukuran terbaik dilakukan pada suhu 10 ~ 40 °C.
3. Alat ukur analog juga lebih besar memiliki nilai uncertainty pengukuran sebesar 0.00648 A dan 0.1603 W dibandingkan dengan alat ukur digital 0.001780 A dan 0.0267 W, sehingga sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan nilai uncertainty tidak boleh melebihi 1% (0.001A dan 0.01 W) maka pengukuran sangat ideal dilakukan pada suhu 10 ~ 23 °C dan hanya menggunakan alat ukur digital.
4. Pemahaman dan ketelitian personil penguji lebih ditingkatkan ketika menggunakan alat ukur analog guna mengurangi kesalahan pembacaan skala, dan disarankan menggunakan alat ukur digital untuk pengukuran dengan akurasi uncertainty maksimal 1%.
5. Pengukuran yang dilakukan berulang – ulang akan lebih meningkatkan mutu hasil pengukuran guna mendapatkan nilai ukur yang sebenarnya, dengan minimal pembacaan berulang tidak kurang dari 10 kali.





UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DEVIASI
DAN *UNCERTAINTY* PENGUKURAN ARUS DAN DAYA
INPUT PADA PENGUJIAN *SAFETY* IEC 60335-1
DAN IEC 60335-2-80**

SKRIPSI

FITRI MUHAMADY

0706199331

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JANUARI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DEVIASI
DAN *UNCERTAINTY* PENGUKURAN ARUS DAN DAYA
INPUT PADA PENGUJIAN *SAFETY* IEC 60335-1
DAN IEC 60335-2-80**

SKRIPSI

*** Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik ***

**FITRI MUHAMADY
0706199331**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JANUARI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Fitri Muhamady

NPM : 0706199331

Tanda Tangan :

Tanggal : 4 Januari 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Fitri Muhamady
NPM : 0706199331
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Deviasi dan
Uncertainty Pengukuran Arus dan Daya Input
Pengujian Safety IEC 60335-1 dan IEC 60335-2-80

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr Ir. Iwa Garniwa, MKMT (.....)

Penguji : Aji Nur Widyanto, ST. MT. (.....)

Penguji : Budi Sudiarto, ST. MT. (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 4 Januari 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, M K MT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (2) Orang tua, Istriku tercinta Siti Nurhayati, Anak – anakku Nabila dan Rasya tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan inspirasi, motivasi untuk saya.
- (3) Bapak AVP SBU JUM Laboratorium, Bapak/Ibu SM Operasional Laboratorium, Bapak Manager Laboratorium Teknik PT. Sucofindo yang telah memberikan dukungannya kepada saya untuk dapat menempuh Tugas Belajar jenjang S1 di Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- (4) Rekan-rekan di lingkungan unit kerja Laboratorium PT. Sucofindo, dan
- (5) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 4 Januari 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitri Muhamady
NPM : 0706199331
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP DEVIASI DAN
UNCERTAINTY PENGUKURAN ARUS DAN DAYA INPUT PADA
PENGUJIAN SAFETY IEC 60335-1 DAN IEC 60335-2-80**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 4 Januari 2010
Yang menyatakan

(Fitri Muhamady)

DAFTAR REFERENSI

- [1] IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Safety requirement, Part1: General Requirement*, 2006
- [2] IEC 60335-2.80, *Household and similar electrical appliances – Safety requirement, Part 2.80: Particular requirement for fans*, 2008
- [3] IEC Guide 115, *Application of uncertainty of measurement to conformity assessment activities in the electrotechnical sector*, 2008.
- [4] ISO GUM, *Guide to the expression of Uncertainty in Measurement*, International Organization for Standardization, 1993.
- [5] Eurachem/CITAC Guide, “*Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*”, *Second Edition* (2000).
- [6] Prosedur Operasi Pengujian (PO/SAF-KA/TEK-04), 2008
- [7] ISO/IEC 17025 *General Requirements for the Competence of Testing and Calibration laboratories*, first edition, 1999
- [8] *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology*, 1993
- [9] SNI-19-17025-2000 *Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*, 2000
- [10] Taylor, B N, Kuyatt, C E, *Guideline for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results*, NIST Technical Note 1297, 1993
- [11] SAC-SINGLAS Technical Guide 1, *Guidelines of The Evaluation and Expression of Measurement Uncertainty*, 2nd edition, 2001
- [12] SAC-SINGLAS Technical Guide 2, *Guidelines of The Evaluation and Expression of Uncertainty in Chemical Analysis*, 1st edition, 2000
- [13] EA-4/02 *Expression of The Uncertainty of Measurement in Calibration*, European Accreditation, 1999
- [14] Cook, R R, *Assessment of Uncertainty of Measurement for Calibration and Testing Laboratories*, 1998
- [15] Cook, R R, Giardini, W J, *Guide to the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, CSIRO-NML 1993
- [16] Kisset, D, *Best Measurement Capability*, OIML Bulletin, July 1999

[17] APLAC TC 004, *Method of Stating Test Results and Compliance with Specification*, 2001



LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat kalibrasi alat


KALIBRASI
"Laboratorium Kalibrasi"
K.P. 023 - ICN


SUCOFINDO

PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO) PT. SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Certificate No. 2 2 7 2 0 0 9
Date : October 5, 2009

Issuing Office :
Jl.Arteri Tol Cibitung No.1, Cibitung Bekasi 17520,Indonesia
Phone/Facs: +62 21 88321176/88321166
Email:jum.cbt@sucofindo.co.id

CERTIFICATE OF CALIBRATION

CLIENT	: SUCOFINDO, PT
ADDRESS	: Laboratorium Pengujian Listrik & Teknik Jl.Arteri Tol, Cibitung No. 1 Bekasi 17520
NAME OF EQUIPMENT	: DIGITAL POWER METER
SERIAL NO./CODE	: 12VC26621M / TEK-021
TYPE/MODEL	: WT 130
MANUFACTURER	: YOKOGAWA

The Attachments available are integral parts of this certificate.

* PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK *
UNIVERSITAS INDONESIA

This Certificate is issued under our General Terms and Conditions, copy of which is available upon request or may be accessed at www.sucofindo.co.id

SBU General Services

Rojali Somantri

082/Lab-VII/Kal/09-2

PERUSAHAAN PERGERAKAN (PERGERA) PT SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Attachment 1 of 7
 Certificate No. 2272009
 Date October 5, 2009

Page 1 of 1

Issuing Office:
 Jl. Arteri Tol Cibitung No. 1, Cibitung Bekasi 17520, Indonesia
 Phone/Fax: +62 21 68321178/8321166
 Email: pmc@sucofina.co.id

CERTIFICATE OF CALIBRATION

TESTING CONDITION,
 - TEMPERATURE
 - HUMIDITY
 STANDARD & EQUIPMENT

24.3~24.4 °C
 55~67 %
 MULTI PRODUCT CALIBRATOR
 Serial No. 693008
 Certificate of Calibration S.028346
 The measurement is traceable to International System
 of Units (SI) through KIM-LIP.

CALIBRATION METHOD
 RECEIVED ON
 DATE OF CALIBRATION

POILT/28
 July 17, 2009
 August 5, 2009

RESULTS
 PHASE 1

Active Power Function

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
Watt	Hz	Watt	Watt	Watt	± Watt
Auto	55	10.000 m	0.010	0.000	0.0012
	55	1.0010	1.00	0.00	0.010
	55	9.9985	9.99	0.01	0.0050
	55	99.987	99.9	0.1	0.50
	55	1000.01	999.9	0.001 k	0.0050 k
	55	-1999.9	-4.990 k	0.004 k	0.025 k

Reactive Power Function

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
VAR	Hz	VAR	VAR	VAR	± VAR
5415	55	86.803	0.087 k	0.000 k	0.0010 k
	55	896.03	0.894 k	0.002 k	0.0012 k
	55	4330.1	4.322 k	0.008 k	0.0017 k

PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO) PT SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Attachment 2 of 7
 Certificate No. 2 2 7 2 0 0 9
 Date October 5, 2009

Page 1 of 1

Issuing Office
 Jl. Ayer Tol Cibitung No.1, Cibitung Bekasi 17520, Indonesia
 Phone/Fax: +62 21 8832117/88321195
 Email: juncib@tucotindo.co.id

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Apparent Power Function

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
VA	Hz	VA	VA	VA	± VA
5415	55	100.000	0.009 k	0.001 k	0.0010 k
	55	1000.00	0.999 k	0.001 k	0.0012 k
	55	5000.0	4.986 k	0.004 k	0.0017 k

Power Factor

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
PF	Hz	PF	PF	PF	± PF
1	50	0.000	0.001	-0.001	0.0025
	50	0.500	0.500	0.000	0.0040
	50	1.000	1.000	0.000	0.0060

AC Current

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
Amps	Hz	Amps	Amps	Amps	± Amps
1	55	1.00048	1.000	0.000	0.0038
	1 k	1.00008	1.000	0.000	0.0038
2	55	1.00048	1.000	0.000	0.0038
	1 k	1.00008	1.000	0.000	0.0038
5	55	1.00045	1.000	0.000	0.0038
	1 k	1.00008	1.000	0.000	0.0038
10	55	1.00048	1.00	0.00	0.011
	1 k	1.00008	1.00	0.00	0.011
	55	10.0053	10.00	0.00	0.020
20	1 k	10.0009	10.00	0.00	0.050
	55	10.0053	10.00	0.01	0.020
	1 k	10.0009	10.00	0.00	0.050

PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO) PT SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Attachment 3 of 7
 Certificate No. 2 2 7 2 0 0 9
 Date : October 5, 2009

Page 1 of 1

Issuing Office :
 Jl.Arteri Tol Cibitung No 1,Cibitung Bekasi 17520 Indonesia
 Phone/Facs:+62 21 88321176/88321166
 Email:jumcbt@sucofindo.co.id

CERTIFICATE OF CALIBRATION

AC Voltage

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
Volt	Hz	Volt	Volt	Volt	± Volt
15	55	9.9918	9.99	0.00	0.015
	1 k	9.9911	9.99	0.00	0.015
30	55	9.9918	9.99	0.00	0.015
	1 k	9.9911	9.99	0.00	0.015
60	55	9.9918	9.98	0.01	0.015
	1 k	9.9912	9.98	0.01	0.015
150	55	99.957	99.9	0.1	0.11
	1 k	99.955	99.9	0.1	0.11
300	55	9.9918	10.0	0.0	0.12
	1 k	9.9911	9.9	0.1	0.12
	55	99.957	99.9	0.1	0.11
600	1 k	99.955	99.9	0.1	0.11
	55	99.957	99.9	0.1	0.11
	1 k	99.955	99.9	0.1	0.11

PHASE 2

Active Power Function

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
Watt	Hz	Watt	Watt	Watt	± Watt
Auto	55	10.0000 m	0.010	0.000	0.0012
	55	1.00096	1.00	0.00	0.010
	55	9.9985	9.99	0.01	0.050
	55	99.99	99.9	0.1	0.50
	55	1000.01	0.999 k	0.001 k	0.0050 k
	55	4999.9	4.996 k	0.004 k	0.025 k

Reactive Power Function

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
VAR	Hz	VAR	VAR	VAR	± VAR
5415	55	86.603	0.086 k	0.001 k	0.0010 k
	55	866.03	0.865 k	0.001 k	0.0013 k
	55	4330.1	4.323 k	0.007 k	0.0017 k

PERUSAHAAN PERGERAAN (PERGERO) PT SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Attachment 4 of 7
 Certificate No. 2 2 7 2 0 0 9
 Date : October 5, 2009

Page 1 of 1

Issuing Office :
 Jl.Arteri Tol Cibitung No.1,Cibitung Bekasi 17520,Indonesia
 Phone/Facs:+62 21 88321176/88321166
 Email:jumcbl@sucofindo.co.id

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Apparent Power Function

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
VA	Hz	VA	VA	VA	± VA
5415	55	100.000	0.100 k	0.000 k	0.0010 k
	55	1000.00	0.999 k	0.001 k	0.0012 k
	55	5000.0	4.997 k	0.003 k	0.0017 k

Power Factor

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
PF	Hz	PF	PF	PF	± PF
1	60	0.000	0.001	-0.001	0.0025
	60	0.500	0.500	0.000	0.0040
	60	1.000	1.000	0.000	0.0080

AC Current

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
Ampere	Hz	Ampere	Ampere	Ampere	± Ampere
0.5	55	100.0040	99.9	0.1	0.21
	1 k	100.0110	99.9	0.1	0.21
1	55	1.00046	1.000	0.000	0.0038
	1 k	1.00008	1.000	0.000	0.0038
2	55	1.00046	1.000	0.000	0.0038
	1 k	1.00008	1.000	0.000	0.0038
5	55	1.00046	1.000	0.000	0.0039
	1 k	1.00008	0.999	0.001	0.0039
10	55	1.00046	1.00	0.00	0.011
	1 k	1.00008	1.00	0.00	0.011
	55	10.0063	10.00	0.01	0.020
20	1 k	10.0009	10.00	0.00	0.060
	55	10.0063	10.00	0.01	0.020
	1 k	10.0009	10.00	0.00	0.060

PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO) PT SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Attachment 5 of 7
 Certificate No. 2 2 7 2 0 0 9
 Date : October 5, 2009

Page 1 of 1

Issuing Office :
 Jl.Arteri Tol Cibitung No.1,Cibitung Bekasi 17520,Indonesia
 Phone/Facs:+62 21 88321176/88321166
 Email:jumcbit@sucofindo.co.id

CERTIFICATE OF CALIBRATION

AC Voltage

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
Volt	Hz	Volt	Volt	Volt	± Volt
15	55	9.9918	9.99	0.00	0.015
	1 k	9.9911	9.99	0.00	0.015
30	55	9.9918	9.99	0.00	0.015
	1 k	9.9911	9.99	0.00	0.016
60	55	9.9918	9.99	0.00	0.015
	1 k	9.9911	9.99	0.00	0.015
150	55	99.957	99.9	0.1	0.11
	1 k	99.955	99.9	0.1	0.11
300	55	9.9918	10.0	0.0	0.10
	1 k	9.9911	10.0	0.0	0.10
	55	99.957	99.9	0.1	0.11
	1 k	99.955	99.9	0.1	0.11
600	55	99.957	100.0	0.0	0.11
	1 k	99.955	100.0	0.0	0.11

PHASE 3

Active Power Function

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
Watt	Hz	Watt	Watt	Watt	± Watt
Auto	55	10.00000	0.010	0.000	0.0012
	55	1.00096	1.00	0.00	0.010
	55	9.9985	9.99	0.01	0.050
	55	99.987	99.9	0.1	0.50
	55	1000.01	0.999 k	0.001 k	0.0050 k
	55	4999.9	4.996 k	0.004 k	0.025 k

Reactive Power Function

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
VAR	Hz	VAR	VAR	VAR	± VAR
5415	55	86.603	0.087 k	0.000 k	0.0011 k
	55	866.03	0.864 k	0.002 k	0.0010 k
	55	4330.1	4.322 k	0.008 k	0.0017 k

PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO) PT SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Attachment 6 of 7
 Certificate No. 2 2 7 2 0 0 9
 Date : October 5, 2009

Page 1 of 1

Issuing Office :
 Jl.Arteri Tol Cibitung No.1,Cibitung Bekasi 17520,Indonesia
 Phone/Facs:+62 21 88321176/88321166
 Email:jumcbt@sucofindo.co.id

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Apparent Power Function

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
VA	Hz	VA	VA	VA	± VA
5415	55	100.000	0.100 k	0.000 k	0.0010 k
	55	1000.00	0.999 k	0.001 k	0.0012 k
	55	5000.0	4.996 k	0.004 k	0.0017 k

Power Factor

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
PF	Hz	PF	PF	PF	± PF
1	60	0.000	0.001	-0.001	0.0025
	60	0.500	0.500	0.000	0.0040
	60	1.000	1.000	0.000	0.0080

AC Current

Range	Frequency	Standard Reading	Equipment Reading	Correction	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2)
Ampere	Hz	Ampere	Ampere	Ampere	± Ampere
0.5	55	100.0040 m	99.9 m	0.1 m	0.21 m
	1 k	100.0110 m	99.9 m	0.1 m	0.22 m
1	55	1.00046	1.000	0.000	0.0038
	1 k	1.00008	1.000	0.000	0.0038
2	55	1.00046	1.000	0.000	0.0038
	1 k	1.00008	1.000	0.000	0.0038
5	55	1.00046	0.999	0.001	0.0039
	1 k	1.00008	0.999	0.001	0.0039
10	55	1.00046	1.00	0.00	0.011
	1 k	1.00008	1.00	0.00	0.011
	55	10.0063	10.00	0.01	0.020
	1 k	10.0009	10.00	0.00	0.060
20	55	10.0063	10.00	0.01	0.020
	1 k	10.0009	10.00	0.00	0.060

PERUSAHAAN PERSEROAN (PERSERO) PT SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Attachment 7 of 7
 Certificate No. 2 2 7 2 0 0 9
 Date : October 5, 2009

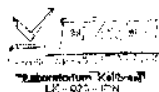
Page 1 of 1

Issuing Office :
 Jl.Arteri Tol Cibitung No.1,Cibitung Bekasi 17520,Indonesia
 Phone/Facs: +62 21 88321176/88321166
 Email:jumcbt@sucofindo.co.id

CERTIFICATE OF CALIBRATION

AC Voltage		Standard Reading Volt	Equipment Reading Volt	Correction Volt	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2) ± Volt
Range Volt	Frequency Hz				
15	55	9.9918	9.99	0.00	0.015
	1 k	9.9911	9.99	0.00	0.015
30	55	9.9918	9.99	0.00	0.015
	1 k	9.9911	9.99	0.00	0.015
60	55	9.9918	9.99	0.00	0.015
	1 k	9.9911	9.99	0.00	0.015
150	55	99.957	99.9	0.06	0.11
	1 k	99.955	99.9	0.05	0.11
300	55	9.9918	10.0	0.0	0.10
	1 k	9.9911	10.0	0.0	0.10
	55	99.957	99.9	0.1	0.11
600	1 k	99.955	99.9	0.1	0.11
	55	99.957	99.9	0.1	0.11
	1 k	99.955	99.9	0.1	0.11





PT. SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA

Certificate No. : C a 1 : 3 6 7 2 0 0 8
 Date : November 12, 2008
 Page 1 of 1

Issuing Office :
 Jl.Arteri Tol Cibitung No.1,Cibitung Bekasi 17520,Indonesia
 Phone/Facs:+62 21 88321176/88321166
 Email:jumcbt@sucofindo.co.id

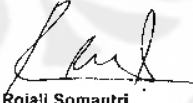
CERTIFICATE OF CALIBRATION

CLIENT : SUCOFINDO, PT
 ADDRESS : Laboratorium Pengujian Listrik
 Jl.Arteri Tol, Cibitung No. 1
 Bekasi 17520
 NAME OF EQUIPMENT : PORTABLE SINGLE PHASE METER
 SERIAL NO./CODE : 79AN0461
 TYPE/MODEL : 2041
 MANUFACTURER : YOKOGAWA

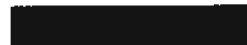
The Attachments available are integral parts of this certificate.

This Certificate is issued under our General Terms and Conditions, copy of which is available upon request or may be accessed at www.sucofindo.co.id

SBU General Services


 Rojali Somantri

107/LAB-XI/KAL/08-4



PT. SUPERINTENDING COMPANY OF INDONESIA



Attachment : 1 of 1
 Certificate No. : C a 1 - 3 6 7 2 0 0 8
 Date : November 12, 2008

Page 1 of 1

Issuing Office :
 Jl Arteri Tol Cibitung No.1,Cibitung Bekasi 17520,Indonesia
 Phone/Facs:+62 21 88321178/88321186
 Email:jumcht@sucofindo.co.id

CERTIFICATE OF CALIBRATION

TESTING CONDITION

- TEMPERATURE : 25.4 - 25.6 °C
 - HUMIDITY : 50 - 51 %

STANDARD & EQUIPMENT

MULTI PRODUCT CALIBRATOR FLUKE 5500A
 Serial No. 6930009
 Certificate of Calibration S.028348

*The measurement is traceable to International System of
 Units (SI) through KIM-LIPI*

CALIBRATION METHOD

: PO/LT/01

RECEIVED ON

: November 4, 2008

DATE OF CALIBRATION

: November 5, 2008

RESULTS

AC POWER

Range Watt	Equipment		Standard Reading Watt	Correction Watt	Uncertainty of measurement (at 95% CL, k = 2) ± Watt
	Reading Watt	Actual Watt			
12	114	114.020	114.020	0.0	0.0050
120	6	30	30.014	0.0	2.50
	60	300	301.40	1.4	2.5
	114	570	571.04	1.0	2.5
48	114	228	228.265	0.3	1.0
240	6	60	60.115	0.1	5.0
	60	600	603.21	3.2	5.0
	114	1140	1142.41	2.4	5.0

50 Hz Frequency and was applied in this test.