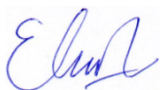




METODE KALIBRASI TIME & FREQUENCY

INSTRUKSI KERJA PHASE ANGLE SOURCE

STM/IK-TIME&FREQUENCY/12

APPROVAL BY :

PREPARED	CHECKED	APPROVED
		
Teknisi	Manager Teknis	Wakil Kepala Lab

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 2 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

Riwayat Revisi

Urutan Revisi	Tanggal	Rincian	Oleh
Pertama diterbitkan	1 Maret 2021	Prinsip metode kalibrasi mengacu pada SNI ISO / IEC 17025 : 2017	Shelvan

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 3 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

A. Ruang Lingkup

Prosedur ini ditujukan untuk kalibrasi *Phase Angle Source* AC 1 fasa, dimana prosedur kalibrasi tidak disediakan atau tidak diberikan dalam *service manual* oleh manufaktur maupun pemakai.

Prosedur ini menggunakan metode sesuai manual dari alat Oscilloscope Rigol DS1202 ZE dan Artikel Engineering Electronic Shop – University of Nebraska – Lincoln. 2007 “Measuring relative phase between two waveforms using an oscilloscope”.

B. Jenis & Spesifikasi Alat yang Dikalibrasi

- 1) Rentang pengukuran : 0 ~ 180°
- 2) Satuan pengukuran : °

C. Daftar Acuan Kalibrasi

- 1) JCGM 100:2008, “*Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*”
- 2) Instruksi Manual Transmille 9041A
- 3) Instruksi Manual Rigol DS1202 ZE
- 4) EURAMET cg-15 v3.0 “Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters”
- 5) KAN Pd-01.03 “*Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in measurement*”
- 6) Engineering Electronic Shop – University of Nebraska – Lincoln. 2007 “Measuring relative phase between two waveforms using an oscilloscope”,
<http://eeshop.unl.edu/pdf/OscilloscopeTutorial--PhaseMeasurement.pdf>, diakses pada 2 Agustus 2021 pukul 10.31
- 7) Fluke Calibration. 2012 “Calibrating Power Meters with Multi-Product Calibrators” 7/2012 1262701B A-EN-N Pub-ID 11915-eng. United State of America.

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 4 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

D. Alat Standar

- 1) *Digital Storage Oscilloscope*, Rigol, DS1202 ZE, SN DS1ZE215003761



Gambar 1 : *Digital Storage Oscilloscope*, Rigol, DS1202 ZE

E. Perlengkapan Kalibrasi dan Aksesoris

- 1) Kabel konektor BNC to Banana
- 2) Test Lead Banana-Banana.
- 3) DMM 10 A AC.

G. Kondisi Lingkungan

Kalibrasi inlab :

Suhu ruangan : $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$

Kelembaban relatif : $55\% \pm 10\%$

Kalibrasi insitu:

Jika tidak dapat dikondisikan sebagaimana kalibrasi inlab, maka kalibrasi dilakukan dengan menyesuaikan kondisi yang ada.

H. Teori Ringkas

Phase Angle Source merupakan peralatan yang digunakan untuk menghasilkan sinyal *tegangan dan arus sinusoidal* listrik arus bolak-balik (AC), dengan sudut fasa tertentu. Kalibrasi dilakukan dengan Digital Storage Oscilloscope yang hanya dapat menerima sinyal tegangan, sehingga dibutuhkan current shunt pada DMM 10A untuk mengubah sinyal arus UUT menjadi sinyal tegangan.

Berikut ini beberapa definisi yang digunakan dalam proses kalibrasi Clamp Power Meter AC.

- 1) UUT : *Unit Under Test*, merupakan alat ukur yang akan dikalibrasi
- 2) Resolusi : Perbedaan terkecil antara indikasi yang ditampilkan yang dapat

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 5 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

dibedakan secara bermakna. (EURAMET cg-15 v3.0 2.6) Untuk UUT Analog merupakan selisih nilai dua garis skala yang berdekatan, dikalikan daya baca diantara kedua garis skala tersebut, misal untuk skala yang rapat hanya dapat dibedakan apakah jarum penunjuk pada garis skala / diantaranya sehingga daya baca $\frac{1}{2}$ dari selisih nilai (50%), atau untuk skala yang cukup renggang dapat dibedakan sampai $\frac{1}{4}$ nya (25%).

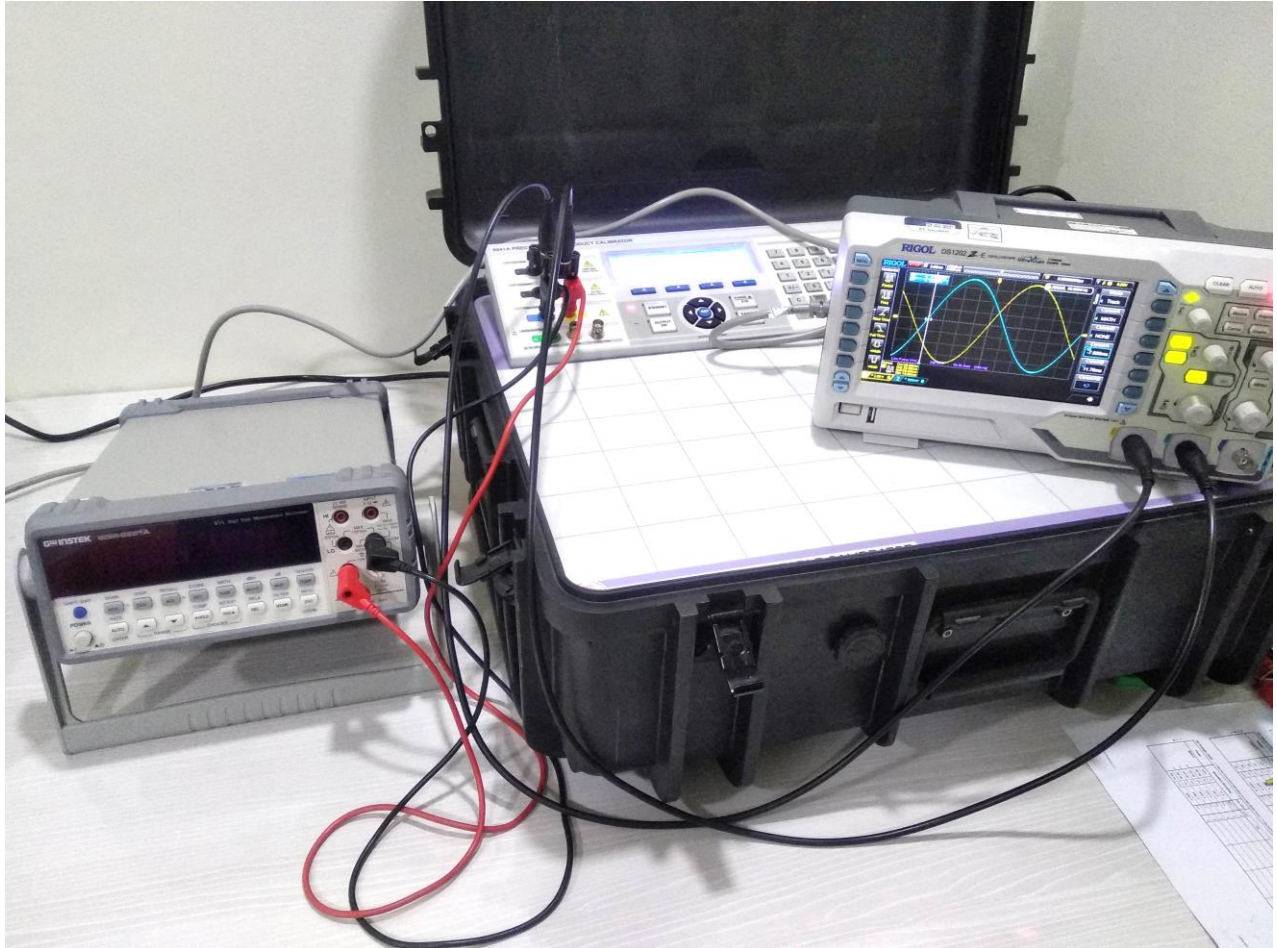
- 3) Titik Ukur : Nilai dimana besaran ukur dilakukan kalibrasi.
- 4) Pembacaan UUT : Nilai yang terindikasi pada UUT sehubungan dengan pengaturan manual keluaran naik / turun, misalnya dengan knob atau tombol naik / turun.
- 5) Nominal UUT : Nilai yang diinput atau dipilih pada UUT sehubungan dengan pengaturan otomatis keluaran naik / turun, misalnya dengan keypad dan tombol output on atau selector switch.
- 6) Full scale range : Nilai Skala Penuh Rentang, besaran nilai ukur maksimum suatu rentang pada UUT
- 7) Sudut fasa ϕ : Sudut dari arus AC, bergeser terhadap tegangannya (Fluke Calibration 2012). Disebut juga dengan istilah *phase angle* ϕ .

I. Langkah Kalibrasi

1) Persiapan & Function Test

- a) Jika diperlukan dapat membaca Manual Standars, dan UUT, untuk cara pengoperasiannya.
- b) Periksa sumber tegangan dari UUT maupun peralatan standar (110V, 220V atau lainnya).
- c) Jika dibutuhkan, gunakan *voltage transformer* (trafo step up/down) untuk mendapatkan sumber tegangan yang sesuai.
- d) Pastikan switch UUT Standard, dan alat bantu dalam keadaan "OFF".
- e) Instalasi sesuai gambar 3 dibawah. Output Tegangan UUT dihubungkan dengan chanel 1 Standard Oscilloscope, Output Arus UUT dihubungkan secara paralel dengan input 10A DMM, dan chanel 2 Oscilloscope.

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 6 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :



Gambar 3: Rangkaian kalibrasi Phase Angle Source, Std.Oscilloscope dan DMM.

2) Warming Up & Pendataan UUT

- a) Nyalakan peralatan standar, UUT, dan alat bantu, dan lakukan *warm-up*, kurang lebih selama 30 menit.
- b) Tekan tombol [Standby] *UUT* agar tidak ada output lain sebelumnya pada peralatan standar.
- c) Sementara menunggu *warm-up*, lakukan pencatatan data UUT seperti identitas dan spesifikasi, sesuai Form Laporan Hasil Kalibrasi.
- d) Lakukan seting awal pada standar oscilloscope
 1. CH1 & CH2 masing-masing: Coupling = Dc, BW limit = 20M, Probe 1x, Invert = off,
 Ofset vertical = 0 , CH1 V/div = 2.00 V, CH2 V/div = 200 mV
 CH 1> Measure Period

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 7 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

2. Horizontal : Offset = 0, time / div = 2.00 ms
3. Trigger Menu: Type= Edge, Source CH1, slope = \uparrow ,
Putar knop hingga level trigger = 0.00 V
4. Math>Math: Operator = filter, Operation = On, Source = Ch2, offset 0.00 V, scale 200 mV,
 \downarrow : Filter = low pass, wc1 = 250 hz
5. Cursor: Mode = Track, Cursor A = Math, Cursor B = NONE.
6. Tekan tombol stop hingga indicator pada tombol menyala merah.

3) Prosedur Kalibrasi

- a) Pengukuran dilakukan pada seting UUT: 5 V, 9A, 50 Hz (T = 20 ms) / sesuai kemampuan UUT.
- b) Titik ukur menggunakan sudut fasa ϕ penting mulai dari 0° , lalu 36.87° , 60° , 90° , 120° , 143.13° , dan 180° , masing-masing setara dengan PF 1.00, 0.80, 0.50, 0.00, -0.50, -0.80, -1.00 (Amalia, Hayati & Faisal, Agah). Dapat juga disesuaikan dengan permintaan pelanggan,
- c) Tekan tombol keluaran [Output On] pada MPC untuk mengeluarkan sinyal sesuai titik ukur yang telah diatur, tunggu minimal 5 detik agar keluaran stabil.
- d) Tekan tombol Run Oscilloscope hingga menyala kuning kehijauan.
- e) Tekan tombol Cursor pada oscilloscope, putar knop Intensity untuk memposisikan Cursor A (AY) pada tegangan 0 V / atau mendekati.
- f) Track pada kursor akan sedikit naik atau turun, pada posisi yang cukup stabil tekan tombol Single, untuk capture data, sehingga mudah diamati. Pastikan measurement period CH 1 = 20.00 ms, jika tidak, tekan tombo Run dan ulangi langkah ini.
- g) Atur cursor ke AY = 0.000 mV, catat nilai pembacaan AX dalam ms pada Form Lembar Kerja Kalibrasi. Nilai AX minus pada oscilloscope merupakan indikator leading, sehingga dicatatkan sebagai nilai posotif. Jika AY tidak bisa tepat pada 0.000 mV, maka diambil nilai tengahnya, misal (AX,AY) kursor hanya bisa pada (-10.04 ms, -8.000 mV) dan (-10.00 ms, 8.000 mV) maka dicatatkan nilai tengahnya dan dianggap positif 10.02.
- h) Ulangi langkah f & g hingga diperoleh 5 data per titik ukur.
- i) Tekan tombol [Standby] pada UUT sehingga berada pada kondisi stanby dan atur titik ukur berikutnya langkah b ~ h hingga semua titik ukur terkalibrasi.

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 8 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

J. Penginputan Data Hasil Kalibrasi

- 1) Buka file template kalibrasi Electrical pada PC.
- 2) Input semua identitas dan informasi lainnya dari alat.
- 3) Input data hasil pengukuran / kalibrasi .
- 4) Jika semua data telah diisi lengkap, lakukan *Save As* kemudian beri nama *file* dan simpan pada *folder* yang telah ditentukan.

K. Perhitungan Koreksi

Koreksi dirumuskan:

$$C_i = T_{is} - T_{ix}$$

Dengan,

- C_i : Koreksi pembacaan besarnya *Phase Angle*
 T_{is} : Nilai nominal *Phase Angle* pada standar, sesuai model matematis
 T_{ix} : Nilai nominal *Phase Angle* pada *UUT*.

Dilakukan koreksi pada T_{is} jika bias komponen standar signifikan terhadap kebutuhan akurasi pengukuran sesuai *JCGM 100:2008, 3.2.3*. Diasumsikan jika bias standar $>U_{95}$ standar, maka diperlukan koreksi standar.

Jika tidak ada nilai koreksi pada sertifikat kalibrasi standar yang sama dengan titik ukur, maka dilakukan interpolasi linier nilai koreksi dari dua nilai standar terdekat.

Setiap titik ukur dihitung masing-masing koreksinya (C_i) sesuai rumus diatas dan model matematis dibawah .

L. Perhitungan Ketidakpastian

1) Model Matematis Pengukuran

$$y = 360 * t / T$$

Sesuai *JCGM 100:2008 4.1.4*, dimana :

- y : Estimasi nilai benar UUT
 t : Estimasi nilai benar perbedaan fasa sinyal arus terhadap sinyal tegangan
 T : Estimasi nilai benar periode sinyal arus dan tegangan.

Koreksi estimasi nilai benar standar tidak eksplisit diikuti sertakan dalam model matematis untuk penyederhanaan. Hal ini sesuai *JCGM 100:2008 4.1.2*. Namun dalam perhitungan dilakukan koreksi jika bias standar signifikan terhadap kebutuhan akurasi pengukuran sesuai *JCGM 100:2008, 3.2.3*. Diasumsikan jika bias standar $>U_{95}$ standar, maka diperlukan koreksi standar.

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 9 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

2) Komponen Ketidakpastian Pengukuran

a) Ketidakpastian Pengukuran Berulang (Repeat), $u(rep)$

Merupakan ketidakpastian tipe A, karena diperoleh dari analisa statistik sejumlah observasi. Dengan demikian memiliki tipe distribusi normal dengan pembagi akar kuadrat banyaknya observasi (JCGM 100:2008 4.2.3, 4.2.4). Setiap titik ukur dihitung standar deviasinya (s) sebagai komponen ketidakpastian *repeatability*, yang dapat dirumuskan:

$$u(rep) = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

dimana :

s : standar deviasi performa UUT dari pembacaan standar untuk setiap titik ukur, dihitung dengan menggunakan rumus Standar Deviasi.

n : banyaknya pengukuran dalam satu titik ukur.

Koefisien sensitifitas $u(rep)$ dapat diperoleh dari turunan pertama model matematis, sesuai KAN Pd-01.3 Bab 10, p15. diperoleh:

$$c_{1t} = dy / dt = 360 / T$$

$$c_{1T} = dy / dT = -360 * t / T^2$$

dimana :

$c_{1t,1T}$: koefisien sensitifitas dari ketidakpastian ke-1.

y : model matematis pengukuran.

Derajat kebebasan ketidakpastian ini dapat dirumuskan sesuai KAN Pd-01.3 Bab 8, p11:

$$v_1 = n - 1$$

dimana :

v_1 : derajat kebebasan efektif dari ketidakpastian ke-1

n : banyaknya pengukuran dalam satu titik ukur.

b) Ketidakpastian Resolusi UUT, $u(res)$

Jika yang di setting nominal UUT (H.Definisi, poin 5), ketidakpastian resolusi diasumsikan sama dengan nol, karena tidak perlu pembacaan UUT (H.Definisi Poin 4) dalam pengoperasiannya.

Untuk UUT yang setting nilainya perlu pembacaan UUT memiliki ketidakpastian ini yang merupakan ketidakpastian tipe B, karena tidak berasal dari analisa statistik sejumlah observasi. Berasal dari manual UUT / observasi penunjukan UUT, untuk mendapatkan perubahan nilai terkecil yang dapat diamati.

Kemungkinan besar nilai pembacaan UUT berada dimana saja didalam limit ini, sehingga dapat diasumsikan memiliki tipe distribusi *rectangular* dengan pembagi akar kuadrat tiga, dan besarnya (a) adalah setengah dari lebar limit, (JCGM 100:2008 4.3.7 eq.7). Dengan demikian ketidakpastian Resolusi UUT dapat dihitung dengan rumus :

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 10 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

$$u(res) = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

dimana :

a : 0.5 x resolusi.

$u(res)$ merupakan besaran yang sama dengan $u(rep)$ sehingga koefisien sensitifitas dapat diperoleh seperti pada point a) Ketidakpastian Pengukuran Berulang:

$$c_2 = 1$$

Derajat kebebasan ketidakpastian ini, sesuai KAN Pd-01.3 Bab 9, p15 dapat diasumsikan tidak berhingga, hal ini dikarenakan sangat kecil kemungkinannya nilai penunjukan UUT berada diluar batas resolusi. Dalam hal ini untuk memudahkan dalam perhitungan otomatis, nilai tak berhingga diwakili oleh nilai yang cukup besar, sehingga digunakan:

$$\nu_2 = 10000$$

c) Ketidakpastian kalibrasi Standar $u(Cal_s)$

Merupakan ketidakpastian tipe B, karena tidak berasal dari analisa statistic sejumlah observasi. Berasal dari sertifikat kalibrasi standar yang terdefinisi tingkat kepercayaannya, sehingga dapat diasumsikan memiliki tipe distribusi normal dengan pembagi *coverage factor* (k), sesuai KAN-G-01 Bab 9, p17. Dengan demikian ketidakpastian kalibrasi Standar dapat dihitung dengan rumus :

$$u(Cal_s) = \frac{U_{95\ std}}{k_{95\ std}}$$

dimana

$U_{95\ std}$: ketidakpastian diperluas pada tingkat kepercayaan 95% sesuai sertifikat kalibrasi standar

$k_{95\ std}$: *coverage factor* pada tingkat kepercayaan 95% sesuai sertifikat standar

$u(Cal_s)$ dapat diperoleh dari turunan pertama model matematis , sesuai KAN Pd-01.3 Bab 10, p15: untuk besaran perbedaan fasa:

$$c_{3t} = dy / dt = 360 / T$$

untuk besaran periode sinyal:

$$c_3 = dy / dT = -360 * t / T^2$$

dimana :

$c_{3t,3T}$: koefisien sensitifitas dari ketidakpastian ke-3

y : model matematis pengukuran.

Derajat kebebasan ketidakpastian ini dapat ditentukan menggunakan table *t-distribution* berdasarkan

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 11 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

tingkat kepercayaan dan *coverage factor* (k) sesuai JCGM 100:2008 G.3.4, untuk k = 2, diperoleh:

$$v_3 = 60$$

d) Ketidakpastian drift standar $u(DF_s)$

Merupakan ketidakpastian tipe B, karena tidak berasal dari analisa statistik sejumlah observasi. Berasal dari data sheet standar yang mendefinisikan akurasi (Ak_s) dan digunakan sebagai limit drift standar, atau nilai selisih hasil kalibrasi standar terbaru dan sebelumnya (Cal_{d1} , Cal_{d2}) yang merupakan kondisi drift terbaru standar, di absolutkan karena yang diambil hanya lebarnya, tidak arahnya. Kemungkinan besar nilai benar standar berada dimana saja didalam limit ini, sehingga dapat diasumsikan memiliki tipe distribusi rectangular dengan pembagi akar kuadrat tiga, dan besarnya (a) adalah setengah dari lebar limit, (JCGM 100:2008 4.3.7). Dengan demikian ketidakpastian drift Standar dari data sheet dapat dihitung dengan rumus :

$$U(DF_s) = \frac{+Ak_s - -Ak_s}{2\sqrt{3}}$$

$$U(DF_s) = \frac{Ak_s}{\sqrt{3}}$$

Ketidakpastian *drift* Standar dari data kalibrasi dapat dihitung dengan rumus :

$$U(DF_{sd}) = \frac{|Cal_{d1} - Cal_{d2}|}{2\sqrt{3}}$$

$u(DF_s)$) merupakan besaran pada standar, sehingga koefisien sensitifitasnya dapat diperoleh seperti pada point c) Ketidakpastian kalibrasi standar c_3 .

Derajat kebebasan ketidak pastian ini, sesuai KAN-G-01 Bab 9, p17 dapat diasumsikan tidak berhingga, hal ini dikarenakan sangat kecil kemungkinannya nilai output standar diluar batas akurasi. Dalam hal ini untuk memudahkan dalam perhitungan otomatis, nilai tak berhingga diwakili oleh nilai yang cukup besar, sehingga digunakan:

$$V_4 = 10000$$

e) Ketidakpastian Pembulatan Nilai Standar, $u(Rnd)$

Merupakan ketidakpastian tipe B, karena tidak berasal dari analisa statistic sejumlah observasi. Berasal dari pembulatan nilai standa. Limit ketidakpastian ini menggunakan nilai selisih akibat pembulatan nilai standar (Rnd). Lalu di absolutkan karena yang diambil hanya lebarnya, tidak arahnya. Kemungkinan besar nilai benar standar berada dimana saja didalam limit ini, sehingga dapat diasumsikan memiliki tipe distribusi *rectangular* dengan pembagi akar kuadrat tiga, dan

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 12 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

besarnya (a) adalah nilai setengah dari lebar limit (nilai absolut), (JCGM 100:2008 4.3.7).

Dengan demikian ketidakpastian pembulatan dapat dihitung dengan rumus :

$$u(Rnd) = \frac{|Rnd|}{2\sqrt{3}}$$

$u(Rnd)$ merupakan besaran yang sama dengan point a) Ketidakpastian Pengukuran Berulang , sehingga diperoleh:

$$c_5 = 1$$

Derajat kebebasan ketidakpastian ini, sesuai KAN Pd-01.3 Bab 9, p15 dapat diasumsikan tidak berhingga, hal ini dikarenakan sangat kecil kemungkinannya nilai output standar diluar batas ketidakpastian Pembulatan. Dalam hal ini untuk memudahkan dalam perhitungan otomatis, nilai tak berhingga diwakili oleh nilai yang cukup besar, sehingga digunakan:

$$\nu_6 = 10000$$

3) Ketidakpastian Gabungan, U_c .

Ketidakpastian Gabungan yang dinyatakan dengan rumus :

$$U_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C_i U_i)^2}$$

dimana :

n : banyaknya komponen ketidakpastian

Komponen ketidakpastian sesuai pada bagian 2 diatas.

4) Faktor Cakupan, k.

Faktor cakupan, didapat dari tabel t-distribution pada tingkat kepercayaan 95% namun terlebih dahulu menghitung nilai Derajat Kebebasan Efektif, ν_{eff} , sesuai JCGM 100:2008 G.4.1 eq (G.2.b):

$$\nu_{eff} = U_c^4 / \sum_{i=1}^n U_i^4 / \nu_i$$

dimana :

n : banyaknya komponen ketidakpastian

5) Ketidakpastian Terentang, U_{95} .

Ketidakpastian pengukuran dinyatakan dalam bentuk ketidakpastian terentang pada tingkat kepercayaan 95% (U_{95}) sesuai JCGM 100:2008 6.2.1 eq (18):

$$U_{95} = k \cdot U_c$$

Tgl. Penerbitan : 1 Maret 2021		Doc. No. : STM/IK-TIME&FREQUENCY/12		Halaman : 13 dari 13
Tgl. Revisi : -	Revisi : -	Dibuat : Shelvan	Diperiksa : Rendra	Disahkan : Rendra
KALIBRASI PAHASE ANGLE SOURCE			No. Salinan :	Status Dokumen :

Jika nilai U_{95} terhitung tersebut lebih kecil dari Nilai CMC (Calibration Measurement Capability) yang sudah terakreditasi, maka U_{95} menggunakan nilai CMC terakreditasi.

M. Pelaporan Hasil Kalibrasi

Laporkan hasil kalibrasi, perhitungan koreksi dan ketidakpastiannya sesuai Sertifikat Kalibrasi untuk UUT kelistrikan