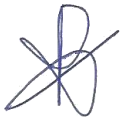
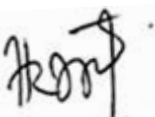



METODE KALIBRASI KELISTRIKAN

INSTRUKSI KERJA INSULATION TESTER

STM/IK-KELISTRIKAN/11

APPROVAL BY :

PREPARED	CHECKED	APPROVED
		
Manager Teknis	Kepala Lab	Kepala Bisnis Unit

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 2 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :

Riwayat Revisi

Urutan Revisi	Tanggal	Rincian	Oleh
Pertama diterbitkan	1 November 2017	Prinsip metode kalibrasi mengacu pada SNI ISO/IEC 17025:2008	Dian P.
01	25 April 2019	Perbaikan Audit Reakreditasi: <ul style="list-style-type: none"> • Penambahan nomor seri standar. • Mendetailkan langkah kalibrasi. • Menambahkan bagian “K. Perhitungan Koreksi” • Perhitungan ketidakpastian menjadi bagian L, sebelumnya lampiran. Penyusunan ulang sesuai urutan penjelasan referensi JCGM 100 : 2008 • Penambahan bagian “M. Pelaporan Hasil Kalibrasi” 	A. Rendra
02	2 September 2019	Penambahan titik ukur untuk UUT Analog dan titik ukur maksimum range tertinggi.	A. Rendra
03	4 Juni 2020	Perbaikan Audit Surveillance: <ul style="list-style-type: none"> • Penambahan komponen ketidakpastian interpolasi nilai standar, dan komponen ketidakpastian pembulatan nilai UUT dan standar. • Pengaturan kalibrasi kutub negatif UUT Manual. 	A. Rendra

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 3 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :

A. Tujuan

Menerangkan standar prosedur kalibrasi untuk *Insulation Tester*.

B. Ruang Lingkup

Prosedur ini ditujukan untuk kalibrasi Insulation Tester dengan rentang ukur 0 ~ 1 GΩ, dimana prosedur kalibrasi tidak disediakan atau tidak diberikan dalam service manual oleh manufaktur maupun pemakai.

C. Jenis & Spesifikasi Alat yang Dikalibrasi

- 1) Rentang pengukuran : 0 ~ 1 Giga Ohm (GΩ)
- 2) Satuan pengukuran : miliOhm (mΩ), Ohm (Ω), kiloOhm (kΩ), MegaOhm (MΩ), GigaOhm (GΩ)

D. Daftar Acuan Kalibrasi

- 1) JCGM 100:2008, “*Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*”
- 2) Instruksi Manual Transmille 9041A & EA015
- 3) EURAMET cg-15 v3.0 “*Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters*”
- 4) KAN-G-01 “*KAN Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in measurement*”

E. Alat Standar

- 1) *Multi Product Calibrator* merk Transmille, tipe 9041A SN: R1267H17 / ID: ELC001C
- 2) *Multi Function Workstation*, merk Transmille, tipe EA015 SN: 112166117 / ID: ELC001B



Gambar 1 : Standar kalibrator Transmille 9041A, Multifunction Workstation EA015, dan adapter interface cable

F. Perlengkapan Kalibrasi dan Aksesoris

- 1) Kabel konektor
- 2) Adapter interface cable
- 3) Obeng (untuk UUT dengan koneksi terminal sekrup)

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 4 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :

G. Kondisi Lingkungan

Kalibrasi inlab :

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

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

Insulation Tester merupakan peralatan yang digunakan untuk mengukur nilai resistansi dari isolasi (insulation) yang membungkus bahan penghantar pada kabel/peralatan listrik. *Insulation Tester* sering disebut juga Megger (Mega Ohm Meter).

Berikut ini beberapa definisi yang digunakan dalam proses kalibrasi *Insulation Tester*.

- 1) UUT : *Unit Under Test*, merupakan alat ukur yang akan dikalibrasi
- 2) Resolusi : Perbedaan terkecil antara indikasi yang ditampilkan yang dapat dibedakan secara bermakna. (*EURAMET cg-15 v3.0 2.6*)
- 3) Titik Ukur : Nilai dimana besaran ukur dilakukan kalibrasi.
- 4) Pembacaan UUT : Nilai yang terindikasi pada UUT.
- 5) *Full scale range* : Nilai Skala Penuh Rentang, besaran nilai ukur maksimum suatu rentang pada UUT

I. Langkah Kalibrasi

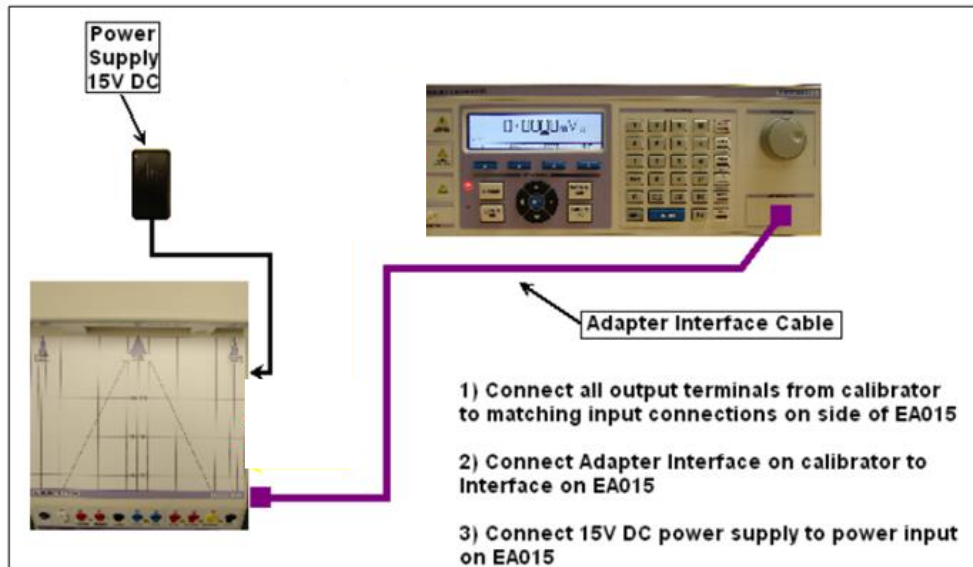
1) Persiapan & Function Test

- a) Jika diperlukan dapat membaca Manual Transmille **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 dan Standard Calibrator dalam keadaan “OFF”.

2) Warming Up

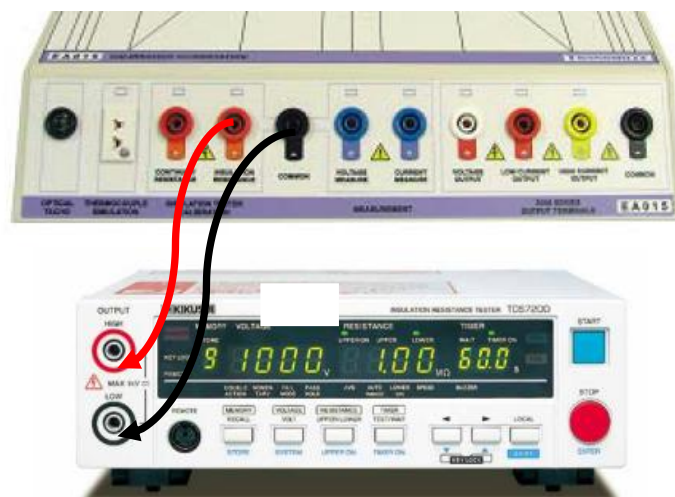
- a) Sambungkan standar Multi Product Calibrator dengan Multi Function Workstation seperti gambar 2 berikut ini:

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 5 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :



Gambar 2 : Rangkaian koneksi standar

- Nyalakan peralatan standar dan lakukan warm-up, kurang lebih selama 30 menit.
- Tekan tombol [Standby] agar tidak ada output lain sebelumnya pada peralatan standar.
- Sementara menunggu warm-up, lakukan pencatatan data UUT seperti identitas dan spesifikasi, sesuai Form Laporan Hasil Kalibrasi untuk parameter Resistansi meter.



Gambar 3 : Rangkaian koneksi output standar dengan UUT

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 6 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :

3) Prosedur Kalibrasi Digital / Analog *Insulation Tester*

- a) Nyalakan UUT, rangkai UUT dengan Transmille seperti pada gambar 3 di atas.
- b) Pengukuran *Range* terkecil dimulai dari zero seting dengan cara memilih posisi “Auto Null” pada knob putar / tombol pemilih range jika ada, lalu tekan tombol “test” hingga nilai resistensi kabel “OFF” pada knob putar pemilih range / mematikan UUT, seting output standar pada nilai 0.00 MΩ, untuk UUT dengan fungsi auto null lalu nyalakan UUT jika dan pilih range resistance terkecil. Beberapa digital *Insulation Tester* dapat melakukan auto zeroing, jika tidak, maka perlu menekan tombol zeroing. Pada analog *Insulation Tester*, putar knob zeroing sehingga jarum menunjuk nol atau sedekat mungkin. Bisa ataupun tidak dilakukan zeroing, catat pembacaan UUT yang didapat pada Form Laporan Hasil Kalibrasi.
- c) Lepaskan kedua kutub kabel konektor, lalu hubungkan kembali, dan tunggu selama minimal 5 detik agar stabil. , catat pembacaan UUT yang didapat pada Form Laporan Hasil Kalibrasi.
- d) Ulangi langkah c hingga didapat 5 data pada titik ukur zero.
- e) Lakukan pengukuran dengan Setting Output Standar 10 % FS (*Full Scale*, nilai skala penuh rentang) untuk UUT digital atau 0,1% FS untuk UUT analog. Untuk UUT yang resolusinya tidak memenuhi, pilih titik ukur yang mendekati. Misal, range 1 MΩ, resolusi 0,2 MΩ, maka titik ukur 10% = 0,1 MΩ diambil pada skala terdekat, yakni 0,2 MΩ. Catat titik ukur yang diambil pada Form Laporan Hasil Kalibrasi.
- f) Tekan tombol [Output On] pada Transmille dan tunggu selama minimal 5 detik agar stabil.
- g) Untuk UUT digital, catat nilai penunjukan UUT dan resolusi UUT pada Form Laporan Hasil Kalibrasi.
- h) Untuk UUT analog, atur nilai standar sedemikian sehingga penunjukan UUT tepat pada skala titik ukur, tunggu selama minimal 5 detik agar stabil. Jika belum tercapai atur ulang dan tunggu 5 detik. Jika sudah tercapai catat nilai nominal standar dan resolusi terkecil UUT di titik tersebut pada Form Laporan Hasil Kalibrasi. Jika ada tombol / fungsi reverse polarity, maka perlu mengkalibrasi nilai negatif. Hal ini karena tombol / fungsi reverse dapat berpengaruh pada performa UUT. Jika tidak ada, maka tidak perlu mengkalibrasi nilai negatif.
- i) Tekan tombol [Standby] pada Transmille sehingga berada pada kondisi standby.
- j) Ulangi langkah f ~ i sampai didapat lima data pengamatan.
- k) Ulangi langkah e ~ j untuk setting output Transmille sebesar 50%, dan 90% FS untuk UUT digital atau 1% dan 100% FS untuk UUT analog. Khusus range tertinggi, 50% dan 100%

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 7 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :

untuk UUT digital, 1% dan 100% untuk UUT Analog. Hal ini sesuai permintaan mayoritas pelanggan. Jika tidak dapat dicapai, maka seting output Transmille maksimal yang dapat dicapai dan catat nilai tersebut pada Form Laporan Hasil Kalibrasi. Jika hanya terdapat 3 range atau kurang, tambahkan titik ukur 20%, dan 50% untuk UUT Digital, 1%, dan 10% untuk UUT Analog.

- l) Ulangi langkah e ~ k untuk range tengah, jika ada minimal 3 range, lalu upper range jika ada, baru kemudian range lainnya, hingga semua range terkalibrasi. Urutan ini untuk mendeteksi abnormality seperti penyimpangan yang besar sedini mungkin dan pada level energi yg lebih aman.
- m) Jika terdapat lebih dari 5 rentang ukur, maka titik ukur 10% FS untuk UUT digital atau 0,1% FS untuk UUT analog tidak perlu diambil, kecuali untuk rentang terendah dan tertinggi. Hal ini untuk penyederhanaan sesuai EURAMET cg-15 v3.0 3.4.2.2 .

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 alat terhadap Standar.

T_{is} : Nilai nominal Standar. 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. Jika tidak ada nilai standar yang sama dengan titik ukur, maka dilakukan interpolasi linier antara dua nilai standar terdekat.

T_{ix} : Pembacaan UUT

Setiap titik ukur dihitung masing-masing koreksinya (C_i) sesuai rumus diatas .

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 8 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :

L. Perhitungan Ketidakpastian

1) Model Matematis Pengukuran

$$y = x$$

Sesuai JCGM 100:2008 4.1.4, dimana :

y : Estimasi nilai benar UUT

x : Estimasi nilai standar. Koreksi 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.

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 ketidak

pastian *repeatability*, yang dapat dirumuskan:

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

dimana :

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

n : banyaknya pengukuran dalam satu titik ukur.

$u(rep)$ memiliki satuan yang sama dengan nilai standar sehingga koefisien sensitifitas dapat diperoleh

dari turunan pertama model matematis, sesuai KAN-G-01 Bab 10, p18 :

$$c_1 = dy / dx = 1$$

dimana :

c_1 : koefisien sensitifitas dari ketidakpastian ke-1

y : model matematis pengukuran.

Derajat kebebasan ketidakpastian ini dapat dirumuskan sesuai KAN-G-01 Bab 8, p14 :

$$v_1 = n - 1$$

dimana :

v_1 : derajat kebebasan efektif dari ketidakpastian ke-1

n : banyaknya pengukuran dalam satu titik ukur.

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

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 9 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :

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). Dengan demikian ketidakpastian Resolusi UUT dapat dihitung dengan rumus :

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

dimana :

a : 0.5 x resolusi.

$u(res)$ memiliki satuan yang sama dengan nilai standar sehingga koefisien sensitifitas dapat diperoleh seperti pada point a) Ketidakpastian Pengukuran Berulang, sehingga diperoleh:

$$c_2 = 1$$

Derajat kebebasan ketidakpastian ini, sesuai KAN-G-01 Bab 9, p17 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:

$$v_2 = 10000$$

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 :

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

dimana

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

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

$u(Cal_s)$ memiliki satuan yang sama dengan nilai standar sehingga koefisien sensitifitas dapat diperoleh seperti pada point a) Ketidakpastian Pengukuran Berulang, sehingga diperoleh:

$$c_3 = 1$$

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

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 10 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			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 akurasi standar $u(Ak_s)$

Merupakan ketidakpastian tipe B, karena tidak berasal dari analisa statistik sejumlah observasi. Berasal dari data sheet standar yang mendefinisikan limit akurasi standar. 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 kalibrasi Standar dapat dihitung dengan rumus :

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

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

dimana

Ak_s : Nominal akurasi standar.

$u(Ak_s)$ memiliki satuan yang sama dengan nilai standar sehingga koefisien sensitifitas dapat diperoleh seperti pada point **a) Ketidakpastian Pengukuran Berulang**, sehingga diperoleh

$$c_4 = 1$$

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 Interpolasi Nilai Standar, $u(Int_s)$

Merupakan ketidakpastian tipe B, karena tidak berasal dari analisa statistic sejumlah observasi. Berasal dari interpolasi nilai standar pada sertifikat kalibrasi standar. Limit ketidak pastian ini menggunakan hasil interpolasi seperti yang digunakan pada perhitungan koreksi diatas (T_{is}), dan estimasi nilai benar yang diperoleh dari interpolasi kuadratik (T_{isq}), dengan tambahan 1 titik ukur terdekat diatasnya, kecuali pada range tertinggi, menggunakan 1 titik ukur terdekat di bawahnya. 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 nilai setengah dari lebar limit (nilai absolut),(JCGM 100:2008 4.3.7).

Dengan demikian ketidakpastian kalibrasi Standar dapat dihitung dengan rumus :

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 11 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :

$$U(Int_s) = \frac{|T_{is} - T_{isq}|}{2\sqrt{3}}$$

$u(Int_s)$ memiliki satuan yang sama dengan nilai standar sehingga koefisien sensitifitas dapat diperoleh seperti pada point a) Ketidakpastian Pengukuran Berulang, sehingga diperoleh:

$$c_5 = 1$$

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 ketidakpastian intepolasi. Dalam hal ini untuk memudahkan dalam perhitungan otomatis, nilai tak berhingga diwakili oleh nilai yang cukup besar, sehingga digunakan:

$$v_5 = 10000$$

f) Ketidakpastian Pembulatan Nilai Standar dan UUT, $u(Rnd)$

Merupakan ketidakpastian tipe B, karena tidak berasal dari analisa statistic sejumlah observasi. Berasal dari pembulatan nilai standar dan UUT. Limit ketidak pastian ini menggunakan nilai terbesar selisih akibat pembulatan nilai standar dan UUT. 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 nilai setengah dari lebar limit (nilai absolut),(JCGM 100:2008 4.3.7).

Dengan demikian ketidakpastian kalibrasi Standar dapat dihitung dengan rumus :

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

$u(Rnd)$ memiliki satuan yang sama dengan nilai standar sehingga koefisien sensitifitas dapat diperoleh seperti pada point a) Ketidakpastian Pengukuran Berulang, sehingga diperoleh:

$$c_6 = 1$$

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 ketidakpastian Pembulatan. Dalam hal ini untuk memudahkan dalam perhitungan otomatis, nilai tak berhingga diwakili oleh nilai yang cukup besar, sehingga digunakan:

$$v_6 = 10000$$

3) Ketidakpastian Gabungan, U_C .

Ketidakpastian Gabungan yang dinyatakan dengan rumus :

Tgl. Penerbitan : 1 November 2017		Doc. No. : STM/IK-KELISTRIKAN/11		Halaman : 12 dari 12
Tgl. Revisi : 4 Juni 2020	Revisi : 03	Dibuat : Rendra	Diperiksa : Rudi E.	Disahkan : Remi R.
KALIBRASI INSULATION TESTER			No. Salinan :	Status Dokumen :

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

dimana :

n : banyaknya komponen ketidakpastian

Bila komponen ketidakpastian diatas dimasukkan kedalam persamaan ketidakpastian baku maka akan diperoleh persamaan berikut :

$$U_c = \sqrt{U(\text{rep})^2 + U(\text{res})^2 + U(\text{Cals})^2 + U(\text{Aks})^2 + U(\text{Ints})^2 + U(\text{Rnd})^2}$$

4) Faktor Cakupan, k.

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

$$v_{\text{eff}} = \frac{U_c^4}{\frac{U(\text{rep})^4}{v_1} + \frac{U(\text{res})^4}{v_2} + \frac{U(\text{Cals})^4}{v_3} + \frac{U(\text{Aks})^4}{v_4} + \frac{U(\text{Ints})^4}{v_5} + \frac{U(\text{Rnd})^4}{v_6}}$$

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):

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

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