

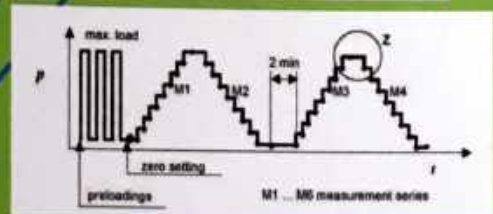
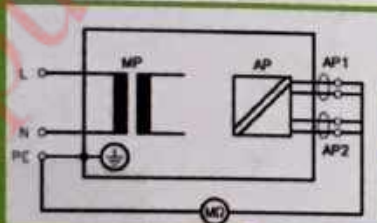
610.28
Ind
m



MODUL PELATIHAN

PENGUJIAN DAN KALIBRASI

ALAT KESEHATAN *LOW RISK*



Katalog Dalam Terbitan. Kementerian Kesehatan RI

610.28
Ind
m

Indonesia. Kementerian Kesehatan RI. Direktorat Jenderal
Pelayanan Kesehatan

**Modul Pelatihan Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan
Low Risk.** – Jakarta : Kementerian Kesehatan RI. 2019

ISBN 978-602-416-865-0

1. Judul I. EQUIPMENT AND SUPPLIES

MODUL PELATIHAN PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT KESEHATAN *LOW RISK*

Materi Inti 1. Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran
Hasil Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan

Materi Inti 2. Pengujian dan Kalibrasi Alat *Suction Pump*

Materi Inti 3. Pengujian dan Kalibrasi Alat Timbangan Bayi

Materi Inti 4. Pengujian dan Kalibrasi Alat Thermometer
Klinik

Materi Inti 5. Pengujian dan Kalibrasi Alat
Sphygmomanometer

Materi Inti 6. Pengujian dan Kalibrasi Alat Elektrostimulator

Materi Inti 7. Pengujian dan Kalibrasi Alat Lampu Operasi

Materi Inti 8. Pengujian dan Kalibrasi Alat *Ultrasound
Therapy*

Perpustakaan Kemenkes RI	
No. Induk	: 3674 / 4/2020
Tgl. Terima	: 24 / 4/2020
Dapat Dari	:
.....	

KEMENTERIAN KESEHATAN
TAHUN 2019

perpustakaan.kemkes.go.id

No. Induk	
Tgl Terbit	
Dalam Dst	

KATA PENGANTAR



dr. Andi Saguni, MA

Dengan memanjatkan rasa syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, alhamdulillah “Modul Pelatihan Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan *Low Risk*” ini dapat diselesaikan.

Modul ini disusun dengan melibatkan unit pembina pelatihan, penyelenggara pelatihan, organisasi profesi, dan SDM teknis bidang pengujian dan kalibrasi alat kesehatan.

Modul ini disusun dengan mengacu pada Kurikulum Pelatihan Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan *Low Risk* yang telah disahkan oleh Kepala Pusat Pelatihan Sumber Daya Manusia Kesehatan dengan Surat Pengesahan Nomor 11/H/Banglat/V/2019. Modul ini sebagai panduan bagi pelatih/fasilitator dan peserta dalam kegiatan penyampaian materi Pelatihan Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan *Low Risk*.

Modul Pelatihan Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan *Low Risk* terdiri atas 8 (delapan) Materi Inti bidang pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *low risk*, yaitu Materi Inti: Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran Hasil Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan; Pengujian dan Kalibrasi Alat *Suction Pump*; Pengujian dan Kalibrasi Alat Timbangan bayi; Pengujian dan Kalibrasi Alat Thermometer klinik; Pengujian dan Kalibrasi Alat *Sphygmomanometers*; Pengujian dan Kalibrasi Alat Elektrostimulator; Pengujian dan Kalibrasi Alat Lampu Operasi; dan Pengujian dan Kalibrasi Alat *Ultrasound Therapy*.

Kami mengucapkan terima kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Modul Pelatihan Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan *Low Risk* ini.

Kami menyadari bahwa Pelatihan Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan *Low Risk* ini belum sempurna, untuk itu kami sangat mengharapkan saran, kritik, dan masukan dari semua pihak untuk penyempurnaan modul ini.

Demikian, semoga buku pedoman ini dapat bermanfaat.

Jakarta, November 2019

Direktur Fasilitas Pelayanan Kesehatan,

dr. Andi Saguni, MA

NIP. 197201172000121001

PENYUSUN

Pembina

dr. Bambang Wibowo, Sp. OG (K), MARS
(Direktur Jenderal Pelayanan Kesehatan)

Pengarah

dr. Andi Saguni, MA
(Direktur Fasilitas Pelayanan Kesehatan)

Penanggung jawab

Ir. Hanafi, MT
(Kepala Subdit Fasilitas Pelayanan Kesehatan Lainnya)

Direktorat Fasilitas Pelayanan Kesehatan

- Agung Nugroho Oktavianto, ST, MT
- Sarto, S. Kom, MKM
- dr. Eva Dian Kurniawati, MKM
- Asmaranto Prajoko

Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Jakarta

- Achmad Abdillah, ST
- Agus Yuliyanto, ST
- Meby Petraca, ST
- Dodi Giantara, ST
- Azizah, ST
- Silvia Savirawati, ST
- Kristian Wibowo, ST
- Mohamad Subchansyah, ST, MT

Pusat Pelatihan Sumber Daya Manusia Kesehatan

Yulia Fitriani, SKM, MKM

Kontributor:

- Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Jakarta
- Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Surabaya
- Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Makassar
- Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Medan
- Loka Pengamanan Fasilitas Kesehatan Banjarbaru
- Loka Pengamanan Fasilitas Kesehatan Surakarta
- Balai Besar Pelatihan Kesehatan Jakarta

Sekretariat:

Subdit Fasilitas Pelayanan Kesehatan Lainnya

- Dini Widiyanti, ST
- Samuel Situmorang, S.E, M.Si
- Muhammad Reza, ST
- dr. Tri Suwarni
- Yesi Suciati, S.Si
- Ratna Juwita
- Sarino
- Yandrawan



KEMENTERIAN
KESEHATAN
REPUBLIK
INDONESIA

MATERI INTI 1

EVALUASI KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN HASIL PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT KESEHATAN

**MODUL PELATIHAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN *LOW RISK***

perpustakaan.kemkes.go.id

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
I. DESKRIPSI SINGKAT.....	1
II. TUJUAN PEMBELAJARAN	1
A. Tujuan Pembelajaran Umum.....	1
B. Tujuan Pembelajaran Khusus	1
III. POKOK BAHASAN	1
IV. METODE PEMBELAJARAN	2
V. MEDIA DAN ALAT BANTU	2
VI. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	3
VII. URAIAN MATERI	4
A. Pokok Bahasan 1. Pengukuran dan Kesalahan Pengukuran	4
B. Pokok Bahasan 2. Konsep Dasar Ketidakpastian	5
C. Pokok Bahasan 3. Sumber-sumber Ketidakpastian Pengukuran	5
D. Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran	6
VIII. REFERENSI	7
IX. LAMPIRAN	8

perpustakaan.kemkes.go.id

MATERI INTI 1

EVALUASI KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN HASIL PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT KESEHATAN

I. DESKRIPSI SINGKAT

Pengujian dan kalibrasi alat kesehatan sebagai salah satu upaya untuk menjaga mutu penggunaan alat kesehatan, agar diperoleh penggunaan alat kesehatan yang aman, bermutu dan bermanfaat baik bagi pasien, operator maupun lingkungan.

Pelaporan hasil pengujian dan Kalibrasi alat kesehatan memerlukan evaluasi yang benar dan dapat dipertanggung jawabkan. Salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui mutu hasil pengukuran adalah nilai angka ketidakpastian, oleh karena itu prosedur untuk melakukan evaluasi perhitungan ketidakpastian pengukuran menjadi factor yang penting pada hasil pengujian dan Kalibrasi alat kesehatan.

Hal yang akan dibahas dalam pelatihan ini yaitu:

1. Pengukuran dan Kesalahan Pengukuran
2. Konsep dasar Ketidakpastian
3. Sumber-sumber ketidakpastian pengukuran
4. Prinsip Evaluasi ketidakpastian pengukuran
5. Penyusunan budget ketidakpastian dan pelaporan

II. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mengikuti materi ini, peserta mampu melakukan evaluasi perhitungan nilai ketidakpastian sesuai pedoman yang diberikan dalam dokumen standar.

B. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mengikuti materi, peserta mampu:

1. Menjelaskan tentang Pengukuran dan kesalahan dalam pengukuran.
2. Menjelaskan tentang konsep dasar dalam ketidakpastian pengukuran.
3. Menjelaskan tentang sumber-sumber ketidakpastian pengukuran.
4. Melakukan evaluasi ketidakpastian pengukuran hasil pengujian dan kalibrasi alat kesehatan.

III. POKOK BAHASAN

Dalam modul ini akan dibahas pokok bahasan dan sub pokok bahasan sebagai berikut:

Pokok Bahasan 1: Pengukuran dan Kesalahan Pengukuran

Sub pokok bahasan:

1. Istilah dalam pengukuran
2. Jenis kesalahan dalam pengukuran

Pokok Bahasan 2: Konsep Dasar Ketidakpastian

Sub pokok bahasan:

1. Toleransi
2. Ketidakpastian

Pokok Bahasan 3: Sumber-sumber Ketidakpastian Pengukuran

Sub pokok bahasan:

1. Ketidakpastian Type A
2. Ketidakpastian Type B

Pokok Bahasan 4. : Prinsip Evaluasi ketidakpastian pengukuran

Sub pokok bahasan :

1. Ketidakpastian baku
2. Ketidakpastian gabungan
3. Ketidakpastian diperluas

Pokok Bahasan 5.: Penyusunan budget ketidakpastian dan pelaporan

Sub Pokok bahasan :

1. Pembuatan budget perhitungan ketidakpastian
2. Pelaporan hasil ketidakpastian pengukuran

IV. METODE PEMBELAJARAN

1. Curah pendapat
2. Ceramah tanya jawab
3. Latihan
4. Pengisian Lembar Kerja

V. MEDIA DAN ALAT BANTU

1. Modul
2. Bahan tayang
3. Laptop / PC
4. LCD projector
5. Flipchart
6. Whiteboard
7. Spidol
8. Scientific calculator

VI. LANGKAH – LANGKAH PEMBELAJARAN

Berikut disampaikan langkah-langkah kegiatan dalam proses pembelajaran materi ini:

Langkah 1. Pengkondisian

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyapa peserta dengan ramah dan hangat. Apabila belum pernah menyampaikan sesi di kelas, mulailah dengan perkenalan. Perkenalkan diri dengan menyebutkan nama lengkap, instansi tempat bekerja dan materi yang akan disampaikan.
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.

Langkah 2. Penyampaian Materi

Langkah pembelajaran:

Materi pokok bahasan disampaikan dengan urutan sebagai berikut:

1. Persiapan ruangan dan bahan materi ditayangkan sesuai urutan pada pokok bahasan.
2. Fasilitator menyampaikan paparan seluruh materi sesuai urutan pokok bahasan dan sub pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.
3. Materi disampaikan dengan metode curah pendapat, ceramah tanya jawab dan penugasan.

Langkah 3. Penugasan

Langkah pembelajaran:

Fasilitator memberikan contoh kasus menghitung ketidakpastian kepada peserta, kemudian peserta berdiskusi untuk menyelesaikan perhitungan tersebut. Hasil diskusi dituliskan dalam vlip chart atau bahan tayang.

Langkah 4. Presentasi

Langkah pembelajaran:

1. Masing – masing kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi di depan teman yang lain dan fasilitator, kemudian kelompok yang lain memberikan tanggapan.
2. Fasilitator memberikan umpan balik dan mengarahkan hasil diskusi sesuai tujuan pembelajaran.

Langkah 5. Rangkuman dan kesimpulan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator melakukan evaluasi untuk mengetahui penyerapan peserta terhadap materi yang disampaikan dan pencapaian tujuan pembelajaran.
2. Fasilitator merangkum poin-poin penting dari materi yang disampaikan.
3. Fasilitator membuat kesimpulan.
4. Fasilitator memberikan apresiasi pada peserta, dan menutup proses pembelajaran dengan mengucapkan terima kasih.

VII. URAIAN MATERI

A. Pokok Bahasan 1: Pengukuran dan Kesalahan Pengukuran

Sub Pokok Bahasan 1: Istilah dan definisi dalam pengukuran

1. Daya baca (readability)
Kemampuan terkecil dari pengukuran untuk membaca perbedaan skala penunjukkan pembacaan hasil pengukuran
2. Resolusi
Skala terkecil dari alat ukur
3. Repeatability
Daya ulang [*repeatability (of result of a measurement)*] [GUM B 2.16; VIM 3.6] Kedekatan antara hasil-hasil pengukuran yang berurutan untuk besaran ukur yang sama yang dilakukan pada kondisi yang sama.
4. Pengukuran
Pengukuran [*measurement*] [GUM B 2.5; VIM 2.1] Serangkaian operasi yang bertujuan untuk menetapkan nilai suatu besaran ukur.
5. Kesalahan dan koreksi
Kesalahan [*error (of a measurement)*] [GUM B 2.19; VIM 3.10] Hasil pengukuran dikurangi nilai sebenarnya dari besaran ukur.

Koreksi [*correction*] [GUM B 2.23; VIM 3.15] Nilai yang dijumlahkan secara aljabar pada hasil pengukuran tak terkoreksi untuk mengkompensasi kesalahan sistematik yang diketahui.
6. Akurasi dan presisi
Akurasi : Kedekatan antara hasil pengukuran dan nilai sebenarnya dari besaran ukur.

Sub Pokok Bahasan 2 : Jenis kesalahan dalam pengukuran

1. Kesalahan sistimatis

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. Kesalahan acak

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

B. Pokok Bahasan 2. Konsep Dasar Ketidakpastian**Sub Pokok Bahasan: Toleransi dan Ketidakpastian**

Penjelasan tentang hubungan antara toleransi dengan ketidakpastian pengukuran.

Toleransi:

- Besarnya kesalahan atau penyimpangan yang diijinkan dalam produk/hasil kerja
- Ditetapkan dalam desain, peraturan, standar, dll.

Ketidakpastian:

- Besarnya kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengukuran
- Dievaluasi setelah ada hasil pekerjaan yang diukur

C. Pokok Bahasan 3 : Sumber-sumber Ketidakpastian Pengukuran**Sub Pokok Bahasan 1. Ketidakpastian Type A**

Menjelaskan sumber-sumber kesalahan yang mempengaruhi evaluasi ketidakpastian type A. Evaluasi ketidakpastian baku tipe A dievaluasi dengan analisis statistik dari serangkaian data pengamatan.

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.

Sub Pokok Bahasan 2. Ketidakpastian Type B

Menjelaskan sumber-sumber kesalahan yang mempengaruhi evaluasi ketidakpastian type B. Evaluasi 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:

1. Data pengukuran sebelumnya;
2. Pengalaman dengan, atau pengetahuan umum tentang tingkah laku dan sifat instrumen dan bahan yang

- relevan;
3. Spesifikasi pabrik;
 4. Data yang diberikan dalam sertifikat atau laporan lainnya;
 5. Ketidakpastian yang diberikan untuk data acuan yang diambil dari *data book*.

D. Pokok Bahasan 4. Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran

Sub Pokok Bahasan 1. Prinsip Evaluasi ketidakpastian pengukuran

a. Ketidakpastian Baku

Ketidakpastian baku [*standard uncertainty*] [GUM 2.3.1]: Ketidakpastian hasil pengukuran yang dinyatakan sebagai suatu simpangan baku.

Teknik evaluasi perhitungan ketidakpastian dari masing-masing komponen penyumbang kesalahan yang berpengaruh:

- Merumuskan model matematis pengukuran
- Mencari nilai standar deviasi dari hasil pengukuran berulang
- Menentukan bentuk distribusi data :
 - Distribusi normal Gaussian
 - Distribusi rectangular
 - Distribusi triangular
 - Distribusi U-shape

b. Ketidakpastian gabungan

Ketidakpastian baku gabungan [*combined standard uncertainty*] [GUM 2.3.4] 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.

Menjelaskan cara perhitungan untuk penggabungan dari seluruh komponen yang berpengaruh

- Mencari nilai derajat kebebasan masing-masing data
- Mencari nilai koefisien sensitifitas

c. Ketidakpastian bentangan

Ketidakpastian bentangan [*expanded uncertainty*] [GUM 2.3.5] : Besaran yang mendefinisikan interval di sekitar hasil pengukuran yang diharapkan mencakup sebagian besar distribusi nilai yang dapat diberikan pada besaran ukur

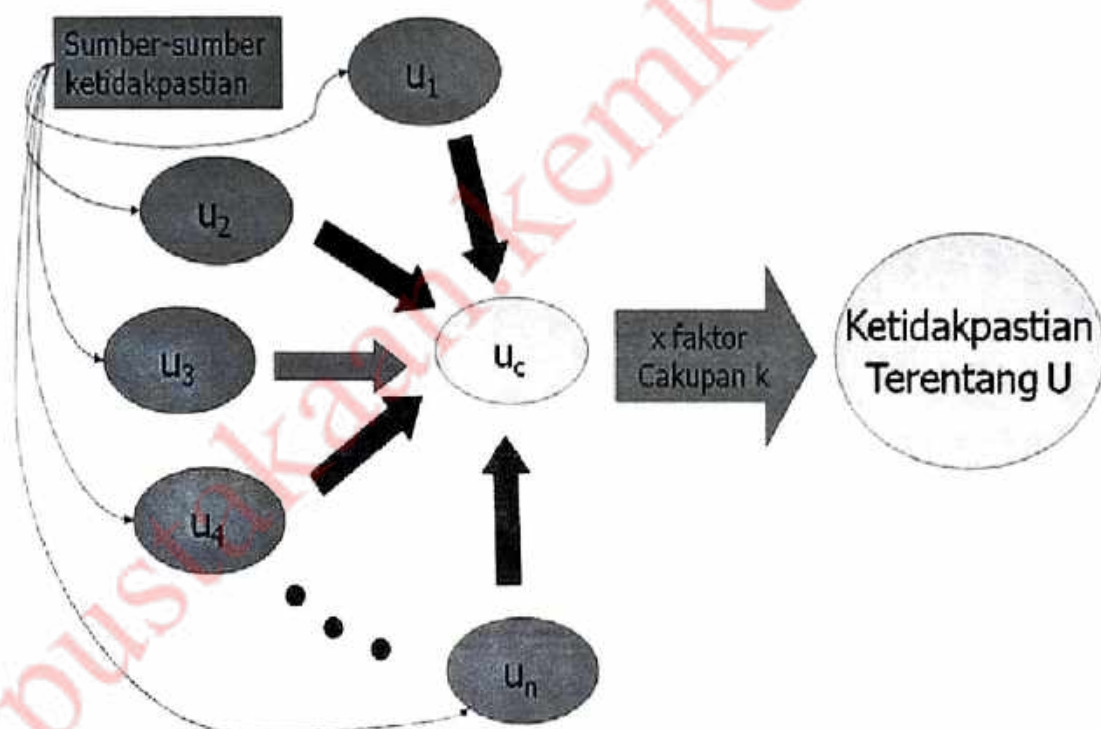
Menjelaskan cara statistik terhadap hasil ketidakpastian dengan dipengaruhi oleh factor cakupan tertentu

- Mencari nilai derajat kebebasan efektif
- Mencari nilai coverage factor (nilai K)

Sub Pokok Bahasan 2. Penyusunan perhitungan ketidakpastian pengukuran dan pelaporan

Menjelaskan tentang tahapan perhitungan ketidakpastian pengukuran dengan memasukkan semua komponen yang berpengaruh, dan menuliskan pelaporan angka ketidakpastian pengukuran sesuai dengan standar penulisan.

Prinsip Dasar



Gambar 1. Diagram Alir Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran

VIII. REFERENSI

1. SNI ISO/IEC 17025:2017
2. KAN-G-01, KAN Guide on The Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement
3. Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan; Metode Kerja Nomor 002

IX. LAMPIRAN

1. Panduan Latihan
2. Panduan Pengisian Lembar Kerja
3. Lembar Kerja

perpustakaan.kemkes.go.id

Lampiran I

PANDUAN SIMULASI

Materi Inti 2- Pengujian dan Kalibrasi Alat *Suction Pump*

Tujuan:

Setelah mengikuti simulasi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi alat *suction pump*.

Petunjuk:

1. Pelatih/Fasilitator membagi peserta menjadi 2 kelompok, Masing-masing kelompok *skill station* terdiri atas @10 peserta 1 instruktur sebagai pembimbing;
2. Masing-masing kelompok memilih ketua, sekretaris dan penyaji; (5 menit)
3. Dari Masing-masing kelompok dibagi menjadi 2 kelompok kecil (grup), 1 grup terdiri atas 5 peserta (@5 orang);
4. Pelatih/Fasilitator mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan simulasi *skill station*;
5. Setiap peserta dalam kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) masing-masing diberi kesempatan untuk melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *suction pump* dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat *suction pump*, meliputi: (20 menit)
 - a. Cara pemeriksaan fisik dan fungsi *suction pump*;
 - b. Cara pengujian keselamatan listrik;Kemudian diganti oleh grup 2 sesuai kelompoknya;
6. Kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) selanjutnya masing-masing melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *suction pump* dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat *suction pump*, meliputi: (70 menit)
 - a. Cara pengukuran kinerja *suction pump*;
 - b. Cara mengisi lembar kerja pengujian kalibrasi alat *suction pump*.Selanjutnya dilanjutkan grup 2 sesuai kelompoknya;
7. Instruktur memberikan penilaian terhadap simulasi yang dilakukan peserta di dalam kelompok masing-masing dengan menggunakan *checklist* yang telah disiapkan;

8. Tiap kelompok mempresentasikan cara pengujian dan kalibrasi alat *suction pump*. Peserta dari kelompok lain dapat memberikan pertanyaan ataupun tanggapan; (2 x 15 menit = 30 menit)
9. Pelatih/Fasilitator memberikan klarifikasi dan merangkum hasil seluruh proses simulasi yang dilakukan oleh peserta. (10 menit)

Waktu: 5 Jpl x 45 menit = 225 menit

Lampiran II

PANDUAN PENGISIAN LEMBAR KERJA

Materi Inti 1- **Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran Hasil Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan**

Petunjuk:

1. Kolom (1) diisi dengan sumber-sumber ketidakpastian yang mempengaruhi pengukuran, misalnya:
 - Daya ulang pembacaan
 - Alat kalibrator yang digunakan
 - Resolusi atau daya baca alat yang dikalibrasi
 - Nilai drift dari alat kalibrator yang digunakan
2. Kolom (2) diisi dengan satuan (unit) dari besaran yang digunakan pada sumber-sumber ketidakpastian.
3. Kolom (3) diisi dengan estimasi bentuk distribusi data sesuai dengan data pengukuran yang diperoleh dari sumber-sumber ketidakpastian yang digunakan dalam proses perhitungan, misal :
 - Bentuk distribusi data rectangular
 - Bentuk distribusi data segitiga
 - Bentuk distribusi data Normal Gaussian
4. Kolom (4) diisi dengan nilai rentang paruh (semi range) dari bentuk distribusi data yang dipilih atau diisi dengan nilai standard deviasi pada bentuk distribusi data Normal Gaussian.
5. Kolom (5), diisi dengan nilai pembagi dari formula (rumus) ketidakpastian baku, sesuai dengan bentuk distribusi data yang dipilih.
6. Kolom (6) diisi dengan nilai derajat kebebasan sesuai dengan type (jenis) dari sumber ketidakpastiannya.
7. Kolom (7) diisi dengan nilai ketidakpastian baku sesuai masing-masing sumber ketidakpastiannya.
8. Kolom (8) diisi dengan nilai koefisien sensitifitas, sesuai dengan model matematis dari masing-masing sumber ketidakpastian.

Lampiran III

Lembar Kerja

Materi Inti 1 – Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran Hasil Pengujian dan Kalibrasi Alat kesehatan

Komponen (1)	Satuan (2)	Distribusi (3)	U (4)	Pembagi (5)	v_i (6)	U_i (7)	C_i (8)	$U_i C_i$ (9)	$(U_i C_i)^2$ (10)	$(U_i C_i) \sqrt{v_i}$ (11)
Daya ulang pembacaan (U_a)								0	0,0000000	#DIV/0!
alat Calibrator (U_{b1})								0	0,0000000	#DIV/0!
Daya baca / Resolusi (U_{b2})								0	0,0000000	#DIV/0!
Drif Standar (U_{b3})								0	0,0000000	#DIV/0!
Sums								0,0000000		#DIV/0!
Ketidakpastian baku gabungan, u_c								0,00000		
Derajat kebebasan effective. v_{eff}								#DIV/0!		
Factor cakupan, k-students untuk v_{eff} dan CL 95%								#DIV/0!		
Ketidakpastian bentangan, $U = k \times u_c$								#DIV/0!		



MATERI INTI 2

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT SUCTION PUMP



**MODUL PELATIHAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN *LOW RISK***

perpustakaan.kemkes.go.id

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
I. DESKRIPSI SINGKAT.....	1
II. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	1
A. Tujuan Pembelajaran Umum.....	1
B. Tujuan Pembelajaran Khusus	1
III. POKOK BAHASAN	2
IV. METODE PEMBELAJARAN	2
V. MEDIA DAN ALAT BANTU	2
VI. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	2
VII. URAIAN MATERI	4
A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat <i>Suction Pump</i>	4
B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat <i>Suction Pump</i>	5
C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Kerja Alat <i>Suction Pump</i>	5
VIII. REFERENSI	21
IX. LAMPIRAN	22

perpustakaan.kemkes.go.id

MATERI INTI 2

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT SUCTION PUMP

I. DESKRIPSI SINGKAT

Peralatan kesehatan merupakan salah satu fasilitas yang memegang peranan penting dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan masyarakat. Pelayanan kesehatan yang berkesinambungan perlu didukung dengan peralatan yang selalu dalam kondisi laik pakai. Peralatan kesehatan laik pakai dapat dipenuhi dengan melakukan pengujian/kalibrasi secara periodik dan terencana.

Pengujian dan atau Kalibrasi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara periodik dan terencana. Tujuannya agar alat kesehatan dapat dimanfaatkan secara optimal (*utility*) dan laik pakai yaitu aman (*safe*) dan tepat (*accurate*).

Manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan sangat dibutuhkan untuk pengelolaan peralatan kesehatan karena berkaitan dengan keamanan, ketepatan dan pembiayaan. Didalam melakukan manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dibidangnya. Untuk meningkatkan kompetensi sumber daya manusia dilakukan upaya pelatihan yang komprehensif dan berkesinambungan.

Terdapat sekitar ratusan jenis alat kesehatan yang beredar di Indonesia, namun pada pelatihan ini diharapkan peserta mampu melakukan tatalaksana pengujian dan kalibrasi 7 alat kesehatan level low risk. Hal yang perlu diketahui oleh peserta pelatihan mengenai pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *level low risk* mulai dari menjelaskan prinsip kerja alat; mengoperasikan alat; mengoperasikan alat ukur pengujian dan kalibrasi; melakukan pengujian dan kalibrasi; dan melakukan evaluasi ketidakpastian pengukuran hasil pengujian dan kalibrasi alat.

Hal yang akan dibahas dalam pelatihan ini yaitu:

II. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mengikuti materi ini, peserta mampu melakukan Pengujian dan Kalibrasi Alat *Suction Pump*

B. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mengikuti materi, peserta mampu:

1. Menjelaskan prinsip kerja Alat *Suction Pump*;
2. Mengoperasikan alat *Suction Pump*;
3. Melakukan pengujian dan kalibrasi alat *Suction Pump*;

III. POKOK BAHASAN

Dalam modul ini akan dibahas pokok bahasan dan sub pokok bahasan sebagai berikut:

A. Pokok Bahasan 1. Prinsip kerja Alat Suction Pump

B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Suction Pump

C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Alat Suction Pump

Sub pokok pembahasan :

1. Tujuan;
2. Ruang lingkup;
3. Referensi yang digunakan;
4. Alat ukur yang digunakan;
5. Standar Prosedur Operasional (SPO) alat ukur;
6. Kondisi lingkungan;
7. Pemeriksaan fisik dan fungsi;
8. Pengujian keselamatan listrik;
9. Pengukuran kinerja;
10. Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran;
11. Telaah teknis;
12. Kesimpulan

IV. METODE PEMBELAJARAN

1. Curah pendapat
2. Ceramah tanya jawab
3. Diskusi kelompok
4. Simulasi

V. MEDIA DAN ALAT BANTU

1. Bahan tayang
2. Modul Pelatihan
3. Laptop
4. LCD
5. White board
6. Spidol (ATK)
7. Panduan Simulasi
8. Panduan Diskusi Kelompok
9. Pedoman Penugasan

VI. LANGKAH - LANGKAH PEMBELAJARAN

Berikut disampaikan langkah-langkah kegiatan dalam proses pembelajaran materi ini:

Langkah 1. Pengkondisian

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyapa peserta dengan ramah dan hangat. Apabila belum pernah menyampaikan sesi di kelas, mulailah dengan perkenalan. Perkenalkan diri dengan menyebutkan nama lengkap, instansi tempat bekerja dan materi yang akan disampaikan.

2. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.

Langkah 2. Penyampaian Materi

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyampaikan paparan seluruh materi sesuai urutan pokok bahasan dan sub pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.
2. Materi pokok bahasan disampaikan dengan urutan sebagai berikut:
Persiapan ruangan dan peralatan dalam kondisi siap pakai
3. Materi disampaikan dengan metode curah pendapat dan ceramah tanya jawab.

Langkah 3. Penugasan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator membagi peserta dalam beberapa kelompok dan meminta mereka untuk berdiskusi dalam kelompok masing masing dengan tema diskusi yang telah ditentukan.
2. Hasil diskusi dituliskan dalam *flipchart* atau bahan tayang.
3. Tugas yang kedua yaitu simulasi dengan tema yang telah ditentukan yaitu sama dengan tema dalam diskusi kelompok.
4. Satu kelompok melakukan simulasi di depan kelas, kelompok yang lain memperhatikan, bergantian sampai semua kelompok mendapatkan giliran dan di akhir sesi dapat menanyakan hal yang kurang jelas.
5. Dibuat rangkuman hasil simulasi yang telah dilakukan oleh semua kelompok.
6. Hasil praktik dituliskan dalam *flipchart* atau bahan tayang dan dibuat rangkuman.

Langkah 4. Presentasi

Langkah pembelajaran:

1. Masing – masing kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi di depan teman yang lain dan fasilitator, kemudian kelompok yang lain memberikan tanggapan.
2. Fasilitator memberikan umpan balik dan mengarahkan hasil diskusi sesuai tujuan pembelajaran.

Langkah 5. Rangkuman dan kesimpulan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator melakukan evaluasi untuk mengetahui penyerapan peserta terhadap materi yang disampaikan dan pencapaian tujuan pembelajaran.
2. Fasilitator merangkum poin-poin penting dari materi yang disampaikan.
3. Fasilitator membuat kesimpulan.
4. Fasilitator memberikan apresiasi pada peserta, dan menutup proses pembelajaran dengan mengucapkan terima kasih.

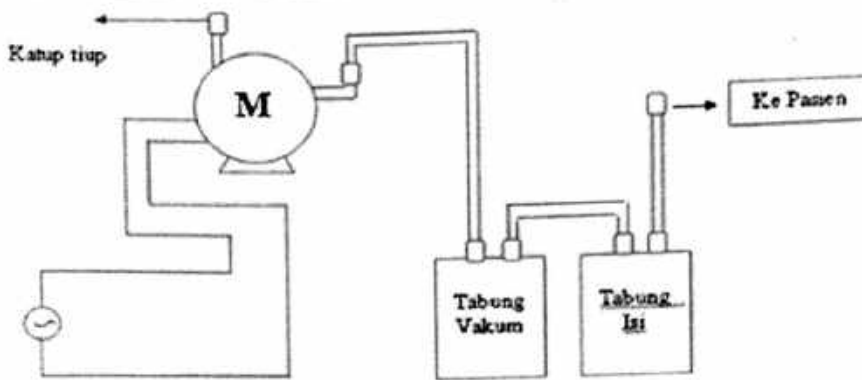
VII. URAIAN MATERI

A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat *Suction Pump*

Sub Pokok Bahasan: -

Suction Pump termasuk alat kesehatan kategori *low risk* berdasarkan permenkes 54 tahun 2015. *Suction Pump* memiliki fungsi utama untuk menghisap cairan atau lendir yang tidak bermanfaat yang ada di dalam tubuh manusia. Alat ini banyak digunakan pada ruangan operasi atau ruang bedah, yaitu untuk menghisap darah dan nanah pada tubuh pasien. Sedangkan di ruang perawatan pasien alat ini dipergunakan untuk menghisap lendir dari dalam mulut dan tenggorokan.

Prinsip kerja *Suction Pump* bekerja dengan bantuan sebuah motor listrik satu tegangan yaitu 110 atau 220 volt, 145 rpm dan 50/60 Hz. Pada alat ini terdapat 2 penghisap yaitu jenis centrifugal rotary dan membran. Untuk penghisap centrifugal rotary ini terdiri dari beberapa kipas dan dihubungkan dengan motor. Sedangkan untuk yang jenis membran ini terdiri dari stang kedudukan, karet membran, katup hisap, dan katup tekan. Untuk mengontrol daya hisap yang dihasilkan *suction pump* dilengkapi dengan regulator. Jadi daya hisap bisa di atur sesuai dengan kebutuhan, misal untuk menghisap cairan yang kental maka setting daya hisapnya yang lebih besar sedangkan untuk cairan encer bisa di setting sebaliknya. *Suction pump* juga dilengkapi dengan botol vacum yang berguna untuk memberikan kevakuman udara ketika dioperasikan. Dalam hal botol *vacuum* ini ada jenis *suction* yang hanya dilengkapi dengan satu botol *vacuum* ada juga yang lebih dari satu.



Blok Diagram Suction Pump

Gambar 1 blok diagram suction pump

B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Suction Pump

Sub Pokok Bahasan: -

Didalam penggunaan alat kesehatan suction pump harus berdasarkan prosedur yang baik dan benar sehingga didapat hasil yang optimal. Contoh prosedur operasional alat suction pump sebagai berikut :

1. Pastikan tegangan listrik sesuai dengan spesifikasinya;
2. Pastikan kabel power terhubung dengan baik ke sumber listrik
3. Tekan tombol ON/OFF pada unit untuk menyalakan suction pump .
4. Sesuaikan daya hisap sesuai dengan kebutuhan pengguna;
5. Setelah penggunaan matikan alat dengan menekan tombol ON/OFF;

C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Alat Suction Pump

Sub Pokok Bahasan 1: Tujuan

Dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan kalibrasi secara langsung (*direct calibration*) pada suction pump, dengan cara melakukan pemeriksaan fisik, pengujian fungsi, pengujian keselamatan listrik dan pengukuran kinerja (kalibrasi).

Sub Pokok Bahasan 2: Ruang Lingkup

Ruang lingkup ini dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan kalibrasi suction pump dengan parameter sebagai berikut :

1. Pengujian
 - a. Pemeriksaan fisik
 - b. Pengujian fungsi
 - c. Pengujian keselamatan listrik
2. Kalibrasi

Akurasi Vacuum Gauge : -150 mmHg s.d 700 mmHg

 1. Maximum Vacuum (tekanan hisap maksimum)

Sub Pokok Bahasan 3: Referensi yang Digunakan

1. Permenkes RI No. 54 Tahun 2015 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan.
2. SNI IEC 62353:2014, Pengujian Berkala dan Pengujian Setelah Perbaikan pada Peralatan Elektromedik, 2014.
3. KAN-G-01, *Guide on the evaluation and expression of uncertainty in measurement*, KAN, 2016.
4. Guideline DKD-R 6-1 *Calibration of Pressure Gauges*, 2003.
5. ECRI 459-20010301 : *Suction Regulator*

Sub Pokok Bahasan 4: Alat Ukur yang Digunakan

1. Digital Pressure Meter
2. Electrical Safety Analyzer
3. Thermohygrometer

Sub Pokok Bahasan 5: Standar Prosedur Operasional (SPO) Alat Ukur

1. Digital Pressure Meter



Gambar 2 Digital Pressure Meter

Cara Pengoperasian Alat

- a. Siapkan peralatan dan accessories Digital Pressure Meter.
- b. Tekan tombol ON untuk menghidupkan alat.
- c. Tunggu beberapa saat sampai alat selesai inisialisasi.
- d. Tentukan mode penggunaan Digital Pressure Meter, seperti: tekanan/suhu, flow/suhu atau keadaan lingkungan sesuai dengan aplikasi pengukuran yang akan dilakukan.

- e. Tekan tombol unit untuk memilih satuan pengukuran (satuan tekanan, suhu, kelembaban, atau aliran udara/gas).
- f. Tekan tombol zero setiap kali akan melakukan pengukuran.
- g. Pilih mode leak untuk mengukur jumlah total kebocoran dalam rangka waktu tertentu. Nilai jumlah kebocoran akan ditampilkan setelah waktu timer yang telah ditentukan habis.
- h. Tekan tombol Off untuk mematikan alat *Digital Pressure Meter*.
- i. Rapikan peralatan dan accessories *Digital Pressure Meter* bila telah selesai digunakan.

2. *Thermohygrometer*

Cara Pengoperasian :



Gambar 3 *thermohygrometer*

- a. Siapkan *Thermo-Hygrometer* (TH).
- b. Masukkan batrey AA 1,5 Vdc, maka (TH) akan "On"
- c. Letakan (TH) pada posisi yang kita tentukan.
- d. Penempatan sensor suhu dapat dipindah pindah sesuai kebutuhan.
- e. Tekan tombol "Func" untuk mengetahui suhu "Max dan Min" dan tombol "Reset" untuk me-reset (TH).
- f. Alat siap digunakan.

Sub Pokok Bahasan 6: Kondisi Lingkungan

1. Suhu Lingkungan : $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
2. Kelembaban : $55\% \text{ RH} \pm 20\% \text{ RH}$
3. Tegangan jala-jala : $220\text{ V} \pm 10\%$

Sub Pokok Bahasan 7: Pemeriksaan Fisik dan Fungsi

Lakukan pemeriksaan pengamatan fisik dan fungsi *Unit Under Test* (UUT).

1. Badan dan permukaan alat, periksa bagian luar unit, pastikan bersih, terpasang ketat satu dan lainnya dan tidak ada bekas tertimpa cairan ataupun gangguan lainnya.
2. Kotak kontak alat, periksa apakah ada gangguan pada kotak kontak (AC-Power). Gerak-gerakkan kotak kontak untuk memastikan keamanannya. Goyang-goyangkan kotak kontak untuk memastikan tidak ada baut atau mur yang longgar.
3. Kabel catu utama, Periksa kabel, apakah terlihat ada kerusakan atau bagian isolasi yang terkelupas.
4. Sekering pengaman, Periksa sekering yang terdapat pada bagian luar rangkaian, apakah nilai tahanan dan tipenya sesuai dengan spesifikasi yang tertulis pada alat. Sekering pengaman harus berfungsi baik.
5. Tombol, saklar dan kontrol, Sebelum mempergunakan/ mengubah-ubah tombol kontrol, periksa posisinya, jika terlihat tidak berada pada posisinya (periksa dengan menggunakan mode pemeriksaan standar). Bandingkan dengan posisi control. Ingat pengaturan tersebut dan jangan lupa untuk mengembalikan pada setting awal jika sudah selesai menggunakan.
6. Tabung dan selang : Periksa kondisi tabung dan selang, pastikan tidak retak, tertekuk atau kotor.
7. *Over Flow protection* : Pastikan tersedia dan berfungsi.

Sub Pokok Bahasan 8: Pengujian keselamatan listrik

Pengukuran Resistansi Pembumian Protektif

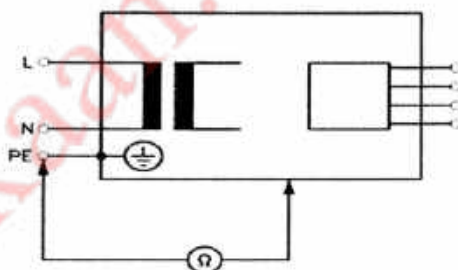
1. Pengukuran harus dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang mampu mengalirkan arus sekurang-kurangnya 200 mA dalam 500 m Ω . Tegangan sirkuit terbuka tidak boleh lebih dari 24 V.
2. Jika menggunakan pengukuran arus searah maka harus diulang pada polaritas yang berlawanan. Nilai yang terukur tidak boleh melampaui nilai yang diijinkan. Nilai yang tertinggi harus didokumentasikan.
3. Resistansi pembumian protektif tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut:

a. Untuk Peralatan elektromedik atau sistem elektromedik dengan kabel catu daya yang tidak dapat dilepas

Resistansi antara konektor pembumian protektif dari konektor utama dan bagian konduktif yang dapat diakses yang tersambung ke pembumian protektif dari peralatan elektromedik atau Sistem elektromedik yang tidak boleh lebih dari 300 m Ω (lihat **gambar 4**).

b. Untuk peralatan elektromedik atau sistem elektromedik dengan kabel catu daya yang dapat dilepas.

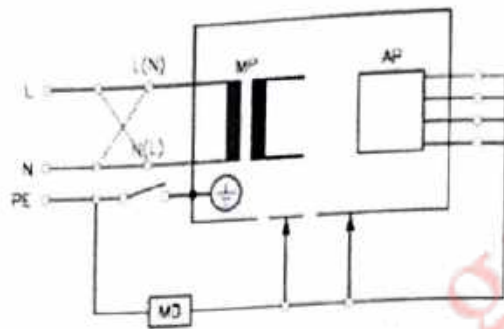
Resistansi antara konektor pembumian protektif dari kotak kontak pada peralatan dan bagian konduktif yang dapat diakses yang tersambung ke pembumian protektif dari Peralatan elektromedik atau sistem elektromedik tidak boleh lebih dari 200 m Ω . Untuk kabel catu daya sendiri resistansi antara setiap titik hubungan pembumian tidak boleh lebih dari 100 m Ω . Jika kabel catu daya yang dapat dilepas dan peralatan elektromedik atau sistem elektromedik diukur bersama-sama, resistansi tidak boleh lebih dari 300 m Ω (lihat **gambar 4**). Demikian juga kabel catu daya yang dapat dilepas yang selalu siap pakai harus diukur.



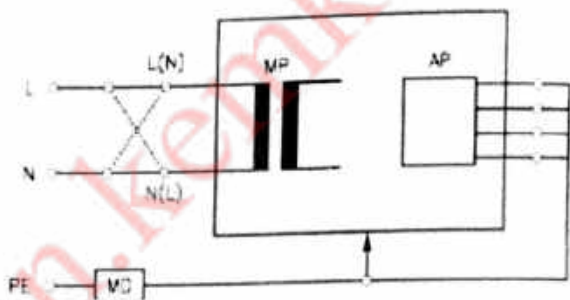
Gambar 4 - Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi pembumian protektif pada Peralatan elektromedik yang diputuskan dari catu daya utama.

Pengukuran Arus Bocor**Metode langsung**

Pengukuran dilakukan pada: tegangan catu daya utama juga pada posisi konektor utama jika dapat dilakukan, dan sesuai dengan Gambar 4.



Kelas I

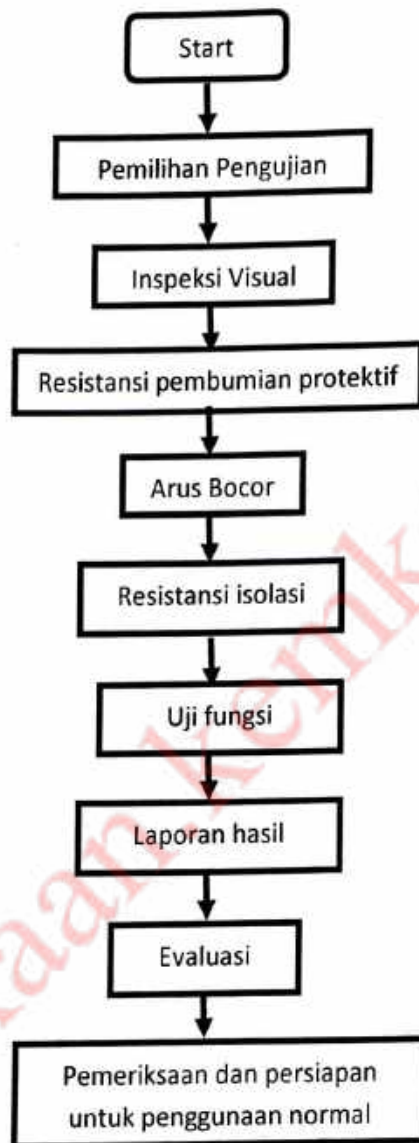


Kelas II

188/97

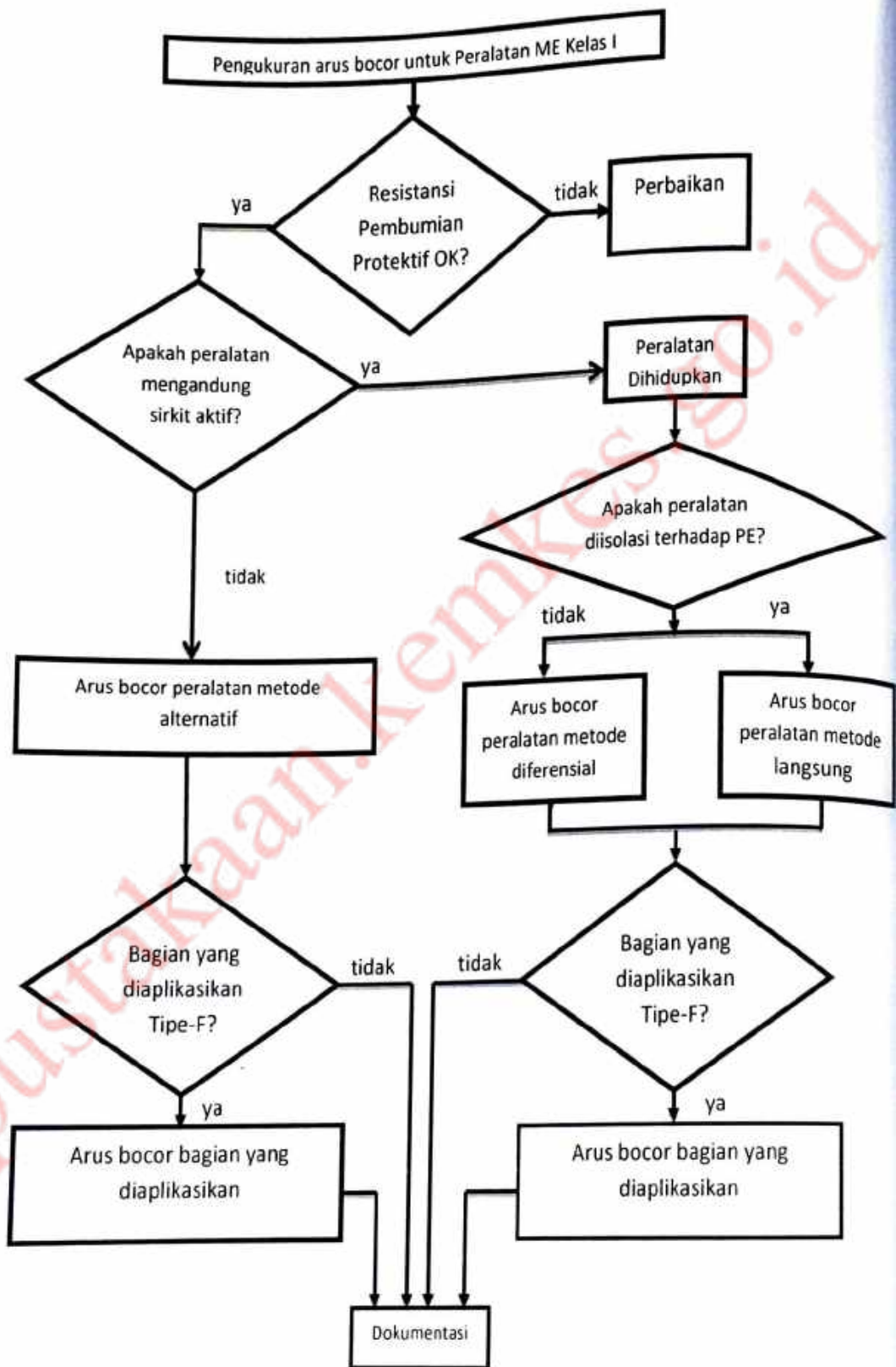
Gambar 5 - Sirkuit Pengukur untuk Pengukuran Arus Bocor Peralatan – Metode Langsung

URUTAN PENGUJIAN ARUS BOCOR

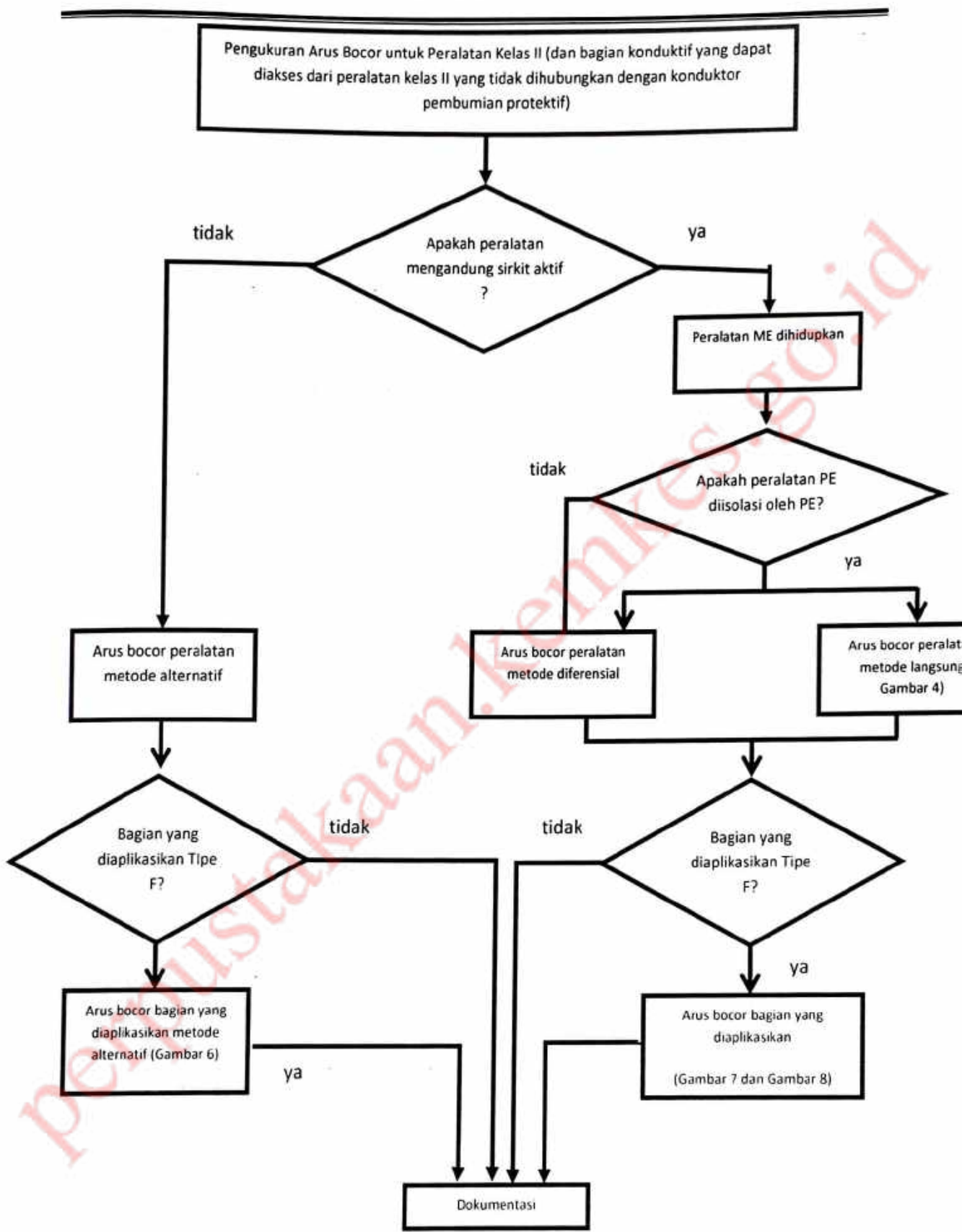


Gambar B.1 Urutan Pengujian

MILIK PERPUSTAKAAN
KEMENTERIAN KESEHATAN



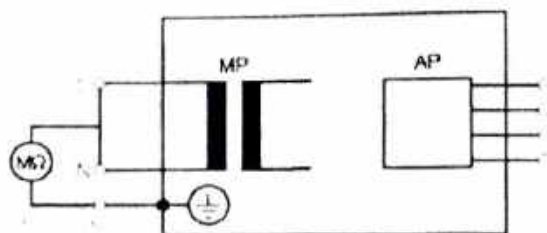
Gambar B.2 Pengukuran Arus Bocor (Peralatan elektromedik Kelas I)



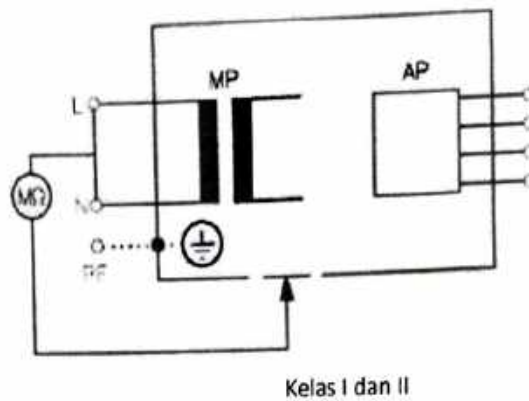
Gambar B.3. Pengukuran Arus Bocor (Peralatan Elektromedik Kelas II dan Bagian Konduktif yang dapat diakses Peralatan elektromedik

Pengukuran Resistansi Isolasi

1. Peralatan diputus dari catu daya utama dan resistansi isolasi peralatan diukur sesuai dengan **Gambar 6**, **Gambar 7** dan **Gambar 8**. Selama pengukuran semua sakelar bagian utama harus dalam posisi operasional (ON), termasuk, jika mungkin dilakukan, semua isolasi dari bagian utama selama pengukuran.
2. Pengukuran resistansi isolasi harus dilakukan dengan tegangan 500 V (DC.)
3. Resistansi isolasi harus diukur antara:
 - a. Bagian utama dan pembumian protektif dari peralatan Kelas I sesuai dengan **Gambar 6**
 - b. Bagian utama dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan peralatan Kelas II sesuai dengan **Gambar 6**
 - c. Bagian Utama dan Bagian yang Diaplikasikan yang berada dalam titik kontak pasien sesuai dengan **Gambar 7**
 - d. Bagian yang diaplikasikan tipe F yang berada dalam titik kontak pasien dan pembumian protektif dari peralatan Kelas I sesuai dengan **Gambar 8**
 - e. Bagian yang Diaplikasikan tipe F yang berada dalam titik kontak pasien dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan Kelas II sesuai dengan **Gambar 8**

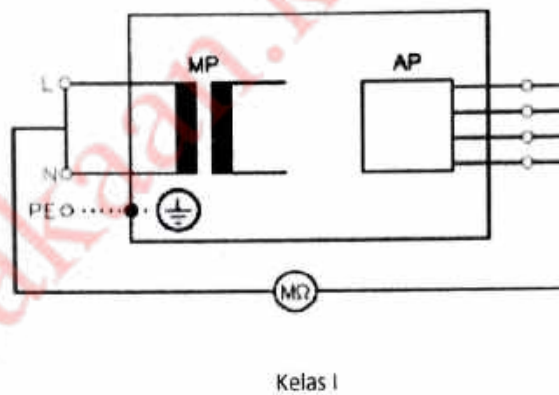


Kelas I

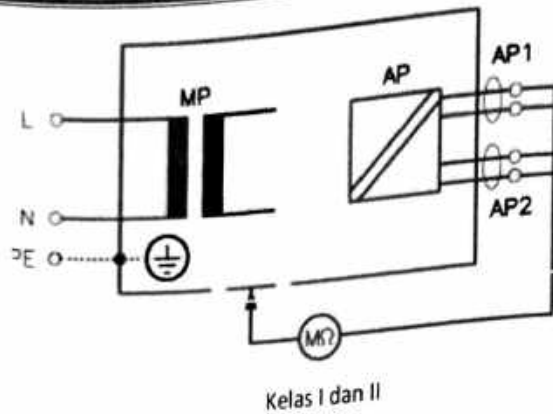


Gambar 6 . Sirkuit Pengukur untuk Pengukuran Isolasi Resistansi

antara bagian utama dan pembumian protektif dari peralatan kelas I dan antara bagian utama dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan Kelas II



Gambar 7 - Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi isolasi antara bagian utama dan bagian yang diaplikasikan yang berada dalam titik kontak pasien



Gambar 8 - Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi isolasi antara bagian yang diaplikasikan tipe-F yang berada dalam titik kontak pasien dan pembumian protektif dari peralatan kelas I dan antara bagian yang diaplikasikan tipe-F yang berada dalam titik kontak

Tabel 1. Ambang Batas

No	Parameter	Keterangan	Ambang Batas yang diijinkan
1	Resistansi Pembumian Protektif	Kabel catu daya yang tidak dapat dilepas	$\leq 300 \text{ m}\Omega$
		Kabel catu daya yang dapat dilepas	$\leq 200 \text{ m}\Omega$
2	Arus Bocor Peralatan	Lihat Tabel 2	
3	Resistansi Isolasi		$> 2 \text{ M}\Omega$

Tabel 2. Nilai yang Diizinkan untuk Arus Bocor

Arus	Tipe B
Arus Bocor Peralatan – Metode Alternative (Gambar 3)	
Arus bocor peralatan untuk bagian konduktif yang dapat diakses dari peralatan elektromedik kelas I	1000

yang dihubungkan atau tidak dihubungkan dengan konduktor pembumian protektif	
Arus bocor peralatan untuk peralatan elektromedik kelas II	500
Arus Bocor Peralatan – Metode Langsung (Gambar 4 atau Gambar 5)	
Arus bocor peralatan untuk bagian konduktif yang dapat diakses dari peralatan elektromedik kelas I yang dihubungkan atau tidak dihubungkan dengan konduktor pembumian protektif	500
Arus bocor peralatan untuk peralatan elektromedik kelas II	100

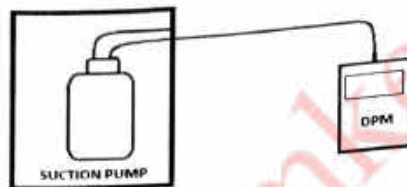
Catatan 1. Standar ini tidak menyediakan metode pengukuran dan nilai yang diizinkan untuk peralatan yang mengeluarkan arus bocor DC dalam hal ini, pabrikan harus menginformasikannya dalam dokumen pendamping

Catatan 2. Standar khusus mungkin membolehkan nilai arus bocor yang berbeda

Sub Pokok Bahasan 9: Pengukuran Kinerja

1. Persiapan dokumen
 - a. Metode kerja
 - b. Instruksi kerja
 - c. Lembar kerja
 - d. Label
2. Persiapan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - a. Siapkan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - b. Periksa kelengkapan aksesoris
3. Persiapan alat uji/kalibrasi
 - a. Siapkan alat ukur keselamatan listrik
 - b. Siapkan Thermohygrometer
 - c. Siapkan alat ukur digital pressure meter
4. Pendataan Administrasi alat yang diuji/kalibrasi di lembar kerja yang minimal terdiri dari :
 - a. Catat identitas penguji
 - b. Catat nama alat
 - c. Catat merek
 - d. Catat model

- e. Catat nomor seri
- f. Catat ruangan
- g. Catat tanggal pelaksanaan
- h. Catat identitas Fasyankes/pelanggan
5. Pengukuran kondisi lingkungan
 - a. Siapkan & hidupkan Thermohygrometer
 - b. Catat suhu & kelembaban awal kerja
 - c. Catat suhu & kelembaban akhir kerja
6. Pengujian Kinerja
 - a. Siapkan suction pump dan standar.
 - b. Lakukan koneksi suction pump dan standar sesuai gambar .



Gambar 9 Instalasi Kalibrasi Suction Pump

Pengukuran akurasi *vacuum gauge*

- 1.) Tentukan titik pengukuran misalkan pada 20%, 40%, 60%, 80% , 100% dari skala penuh *vacuum gauge* atau -200, -300, -400, -500, -600, -700 mmHg.
- 2.) Atur tekanan hisap 20% atau -200 mmHg pada suction pump.
- 3.) Tunggu beberapa saat sampai penunjukan jarum *vacuum gauge* pada suction pump dan display digital pressure meter menjadi stabil.
- 4.) Catat nilai penunjukan jarum *vacuum gauge* pada suction pump dan nilai yang terukur pada display digital pressure meter pada lembar kerja kalibrasi.
- 5.) Lakukan langkah (2). s.d (5). untuk titik-titik pengukuran berikutnya sampai pada titik pengukuran 100% atau -700 mmHg.
- 6.) Kurangi tekanan hisap sampai pada titik 80% atau 600 mmHg
- 7.) Lakukan langkah iii. dan iv.
- 8.) Lakukan langkah vi. dan vii. untuk titik-titik 60% atau 500 mmHg dan berikutnya sampai pada titik 20% atau -200 mmHg.
- 9.) Ulangi langkah i. s.d vii untuk diperoleh 3 data pada tiap titik pengukuran.

Pengukuran tekanan hisap maksimum

- 1.) Atur *suction regulator* pada posisi maksimum. Tentukan titik pengukuran pada 100%
- 2.) Catat nilai penunjukan jarum *vacuum gauge* pada *suction pump* dan nilai yang terukur pada *display digital pressure meter* pada lembar kerja.

Sub Pokok Bahasan 10: Perhitungan dan Analisa Ketidakpastian Pengukuran;

Mengacu pada Materi inti 1: Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran.

Kalibrasi akurasi *vacuum gauge*

Model matematis

Metode kalibrasi adalah *direct calibration* (kalibrasi langsung), Standar dan UUT dihubungkan secara langsung.

$$C = p_{std} - p_{uut}$$

C : Perbedaan pembacaan antara standar dan UUT

p_{std} : Nilai penunjukan pada standar

p_{uut} : Nilai penunjukan pada UUT

Analisa Perhitungan ketidakpastian

1. Sumber-sumber ketidakpastian pengukuran

Tipe A

- a. Pengamatan berulang tekanan negatif oleh digital pressure meter
- b. Koefisien sensitifitasnya adalah 1
- c. Derajat kebebasan untuk enam kali pengukuran = 5

Tipe B

- a. Nilai ketidakpastian standar (*digital pressure meter*) berdasarkan sertifikat kalibrasinya.
 - b. Resolusi UUT
 - c. Drift Standar
2. Koefisien sensitifitasnya didapatkan dari model matematis diatas, dimana model matematis tersebut mempunyai nilai turunan pertama yaitu 1.
 3. Derajat kebebasan pada masing-masing sumber ketidakpastian Tipe B dengan ditentukan nilai reliabilitasnya 10 adalah = 50.

4. Menghitung ketidakpastian gabungan, derajat kebebasan efektif dan ketidakpastian bentangan.

Tabel 3. *Uncertainty Budget.*

No	Komponen	Distribusi	U	Pemba gi	ui
1.	Pengukuran Berulang	Normal	$\hat{\sigma}$	$\sqrt{n}$	$\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$
2.	Sertifikat Standar	Normal	$U_{\text{sertif stand}}$	K	$\frac{U_{\text{sertif}}}{k}$
3.	Resolusi	Segi empat	U_{resolusi}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{res}}}{\sqrt{3}}$
4.	Drift	Segi empat	U_{drift}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{drift}}}{\sqrt{3}}$
5.	Perbedaan pembacaan	Segi empat	U_{baca}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{baca}}}{\sqrt{3}}$

Nilai ambang batas dan nilai penyimpangan (toleransi) yang diizinkan

- Evaluasi hasil pengujian keselamatan listrik, mengacu pada sub bahasan 8 : Pengujian keselamatan listrik
- Evaluasi hasil pengujian kinerja

Tabel 4. Nilai toleransi untuk tiap parameter pengujian kinerja

No.	Parameter	Toleransi
1.	Akurasi <i>vacuum gauge</i>	$\pm 10 \%$
2.	<i>Maximum vacuum</i>	
	Thoracic, low volume	$\geq 40 \text{ mmHg}$
	Surgical, Tracheal, Uterine	$\geq 300 \text{ mmHg}$

Sub Pokok Bahasan 11: Telaah Teknis

- Lakukan telaah teknis berdasarkan kondisi fisik dan fungsi alat
- Lakukan telaah teknis keselamatan listrik berdasarkan hasil pengujian keselamatan listrik mengacu pada sub bahasan 8: Pengujian keselamatan listrik
- Lakukan telaah teknis pengujian kinerja berdasarkan Prosedur Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan Nomor PO.002-18 dengan penjelasan sebagai berikut :

Pengukuran Kinerja:

- $\geq 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah memenuhi persyaratan
- $< 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah tidak memenuhi persyaratan

Tabel 3. Telaah Teknis

Parameter Kinerja	Telaah teknis pengujian kinerja
Seluruh Parameter Kinerja masuk dalam batas toleransi	Memenuhi Persyaratan
Salah satu Parameter Kinerja diluar batas toleransi	Tidak Memenuhi Persyaratan

4. Batas Koreksi atau kesalahan relatif dan Ketidakpastian

Harga mutlak nilai koreksi ditambah dengan harga mutlak nilai ketidakpastian pengukuran adalah lebih kecil/sama dengan nilai toleransi ($|C| + |U| \leq \text{toleransi}$).

Sub Pokok Bahasan 12: Kesimpulan

Pernyataan kesesuaian diberikan dengan bobot perhitungan sebagai berikut :

- Hasil pemeriksaan fisik dan fungsi memberikan kontribusi 10 % dari pernyataan.
- Hasil pengujian keselamatan listrik memberikan kontribusi 40 % dari pernyataan
- Hasil pengukuran atau uji kinerja memberikan kontribusi 50 % dari pernyataan
- Pernyataan akhir dari kesesuaian dinyatakan dengan LAIK PAKAI dan ketidaksesuaian dinyatakan dengan TIDAK LAIK PAKAI.
- Pernyataan LAIK PAKAI diberikan bila hasil atau skor akhir sama dengan atau melampaui 70 % dan pernyataan TIDAK LAIK PAKAI bila hasil atau skor akhir dibawah 70 %.
- Tempelkan label hijau jika alat dinyatakan laik pakai dan label merah jika alat dinyatakan tidak laik pakai.

VIII. REFERENSI

- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, 2015.
- SNI IEC 62353:2014, Pengujian Berkala dan Pengujian Setelah Perbaikan pada Peralatan Elektromedik

3. ISO SNI 17025
4. KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016
5. Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan; Metode Kerja Nomor 046
6. Prosedur Operasional Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan
7. Metode Kerja Uji Keselamatan Listrik

IX. LAMPIRAN

1. Panduan Simulasi
2. *Checklist* Simulasi
3. Panduan Pengisian Lembar Kerja
4. Lembar Kerja

Lampiran I

PANDUAN SIMULASI

Materi Inti 2- Pengujian dan Kalibrasi Alat *Suction Pump***Tujuan:**

Setelah mengikuti simulasi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi alat *suction pump*.

Petunjuk:

1. Pelatih/Fasilitator membagi peserta menjadi 2 kelompok, Masing-masing kelompok *skill station* terdiri atas @10 peserta 1 instruktur sebagai pembimbing;
2. Masing-masing kelompok memilih ketua, sekretaris dan penyaji. (5 menit)
3. Dari Masing-masing kelompok dibagi menjadi 2 kelompok kecil (grup), 1 grup terdiri atas 5 peserta (@5 orang);
4. Pelatih/Fasilitator mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan simulasi *skill station*.
5. Setiap peserta dalam kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) masing-masing diberi kesempatan untuk melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *suction pump* dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat *suction pump*, meliputi: (20 menit)
 - a. Cara pemeriksaan fisik dan fungsi *suction pump*;
 - b. Cara pengujian keselamatan listrik;
 Kemudian diganti oleh grup 2 sesuai kelompoknya.
6. Kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) selanjutnya masing-masing melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *suction pump* dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat *suction pump*, meliputi: (70 menit)
 - a. Cara pengukuran kinerja *suction pump*;
 - b. Cara mengisi lembar kerja pengujian kalibrasi alat *suction pump*.
 Selanjutnya dilanjutkan grup 2 sesuai kelompoknya.
7. Instruktur memberikan penilaian terhadap simulasi yang dilakukan peserta di dalam kelompok masing-masing dengan menggunakan *checklist* yang telah disiapkan.
8. Tiap kelompok mempresentasikan cara pengujian dan kalibrasi alat *suction pump*. Peserta dari kelompok lain dapat memberikan pertanyaan ataupun tanggapan. (2 x 15 menit = 30 menit)
9. Pelatih/Fasilitator memberikan klarifikasi dan merangkum hasil seluruh proses simulasi yang dilakukan oleh peserta. (10 menit)

Waktu: 5 Jpl x 45 menit = 225 menit

Lampiran II

PENILAIAN PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN SUCTION PUMP

NAMA PESERTA :

ASAL INSTANSI :

NO ABSEN :

NO.	KRITERIA UNJUK KERJA	KRITERIA UNJUK KERJA			
		0	1	2	3
1.	Menyiapkan Pelaksanaan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan <i>suction pump</i> : a. Menyiapkan alat kesehatan <i>suction pump</i> sesuai Metode Kerja. b. Menyiapkan Lembar Kerja sesuai dengan alat yang akan diuji dan dikalibrasi c. Menyiapkan alat ukur disiapkan sesuai Standar prosedur operasional alat ukur.				
2.	Melaksanakan pendataan administrasi, pendataan alat kesehatan <i>suction pump</i> dan pendataan alat ukur yang digunakan a. Seluruh data administrasi pada lembar kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi pemilik.				

	alamat, no. order, no. telepon. b. Kolom isian data alat kesehatan <i>suction pump</i> pada lembar kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, lokasi alat dan lokasi kalibrasi. c. Kolom isian data alat ukur yang digunakan pada lembar kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, dan berlaku kalibrasi.				
3.	Melakukan pengukuran kondisi lingkungan meliputi : a. Tata cara pengambilan data pengukuran tegangan jala-jala atau catu daya utama menggunakan alat ukur dengan benar sesuai Metode Kerja b. Tata cara pengambilan data pengukuran suhu dan kelembaban ruangan dengan menggunakan alat ukur dengan benar sesuai Metode Kerja c. Melakukan pencatatan hasil pengukuran pada lembar kerja secara benar sesuai Lembar Kerja.				
4.	Melakukan pemeriksaan fisik dan fungsi alat <i>suction pump</i> a. Pemeriksaan fisik alat kesehatan <i>suction pump</i> sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada lembar kerja. b. Pemeriksaan fungsi peralatan sesuai uraian				

	pada metode kalibrasi dicatatkan pada lembar kerja.				
5	Melakukan pengujian keselamatan listrik : - Menentukan <i>class</i> dan <i>type</i> keselamatan alat kesehatan <i>suction pump</i> secara benar sesuai dengan ketentuan IEC 60601 atau IEC 62353. - Penggunaan alat ukur dilaksanakan sesuai dengan Metode Kerja (instruksi kerja alat ukur) - Pengukuran seluruh parameter keselamatan listrik dicatat pada lembar kerja secara benar sesuai <i>class</i> dan <i>typenya</i>.				
6	Melakukan Pengukuran kinerja : - Tata cara pengukuran kinerja dilaksanakan secara <i>berurutan</i> sesuai Metode Pengujian dan Kalibrasi alat kesehatan <i>suction pump</i>. - Tata Cara Pengujian parameter kalibrasi dicatat pada lembar kerja dan benar sesuai dengan Metode Pengujian dan Kalibrasi. - Tata cara penggunaan Alat ukur dilakukan sesuai Standar Prosedur Operasional (SPO).				
7	Melakukan perhitungan dan analisa ketidakpastian				

	pengukuran a. Kolom pengambilan data pada Lembar kerja terisi secara lengkap. b. Pemindahan data dari lembar kerja ke <i>software</i> perhitungan ketidakpastian pengukuran lengkap dan benar. c. Penentuan Budget ketidakpastian pengukuran benar sesuai Metode Kerja.				
8	Melakukan telaah teknis, kesimpulan hasil kalibrasi, saran kalibrasi a. Telaah teknis dilakukan secara benar mengacu nilai ambang batas keselamatan listrik dan batas toleransi yang diizinkan pada metode kerja. b. Penetapan kesimpulan laik pakai atau tidak laik pakai sesuai metode kerja.				
	SKOR NILAI : $\sum \frac{SKOR}{22} \times 100\%$				

Penguji,

(.....)

Keterangan :

0. Tidak melakukan tindakan dengan benar
1. Melakukan tapi tidak sesuai dengan prosedur
2. Melakukan sesuai dengan prosedur tapi kurang baik
3. Melakukan sesuai dengan prosedur dengan baik dan benar

Lampiran III.

**PANDUAN PENGISIAN LEMBAR KERJA
DAN PEMBUATAN LAPORAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT SUCTION PUMP**

Fasilitator menyampaikan di depan peserta pelatihan dengan menjelaskan cara pengisian lembar kerja sampai kepada pembuatan laporan pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi.

1. Peserta mengisi lembar kerja (*Hard copy*) pengujian kalibrasi alat *Suction Pump* yang sudah disediakan setelah melakukan praktek pengujian alat *Suction Pump*;
2. Peserta mengisi data administrasi pada lembar kerja;
3. Peserta mengisi daftar alat ukur yang digunakan pengujian dan kalibrasi alat *Suction Pump*;
4. Peserta mengisi pemeriksaan fisik dan fungsi alat *Suction Pump* dengan cara memberi tanda $\checkmark$ pada kolom yg tersedia;
5. Peserta mengisi hasil pengukuran keselamatan listrik sesuai dengan nilai yg tertera pada *Electrical Safety Analyzer* dari hasil pengukuran keselamatan listrik.
6. Peserta pengambilan data pengukuran kinerja sebanyak 5 kali, dan hasil pengukuran direkam pada lembar kerja. Nilai yang direkam sesuai dengan nilai yang ditampilkan oleh alat ukur.
7. Peserta melakukan tabulasi data pengujian kalibrasi dari lembar kerja (*hard copy*) ke dalam format excell yang telah disediakan.

Materi Inti 2 - Pengujian dan Kalibrasi *Suction Pump*

[illegible]

perpustakaan.kemkes.go.id



MATERI INTI 3

PENGUJIAN DAN KALIBRASI

ALAT TIMBANGAN BAYI



MODUL PELATIHAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN LOW RISK

perpustakaan.kemkes.go.id

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
I. DESKRIPSI SINGKAT.....	1
II. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	1
A. Tujuan Pembelajaran Umum.....	1
B. Tujuan Pembelajaran Khusus	1
III. POKOK BAHASAN	2
IV. METODE PEMBELAJARAN	2
V. MEDIA DAN ALAT BANTU	2
VI. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	3
VII. URAIAN MATERI	4
A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat Timbangan Bayi	4
B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Timbangan Bayi	4
C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Kerja Alat Timbangan Bayi	5
VIII. REFERENSI	15
IX. LAMPIRAN	15

perpustakaan.kemkes.go.id

MATERI INTI 3

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT TIMBANGAN BAYI

I. DESKRIPSI SINGKAT

Peralatan kesehatan merupakan salah satu fasilitas yang memegang peranan penting dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan masyarakat. Pelayanan kesehatan yang berkesinambungan perlu didukung dengan peralatan yang selalu dalam kondisi laik pakai. Peralatan kesehatan laik pakai dapat dipenuhi dengan melakukan pengujian/kalibrasi secara periodik dan terencana.

Pengujian dan atau Kalibrasi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara periodik dan terencana. Tujuannya agar alat kesehatan dapat dimanfaatkan secara optimal (*utility*) dan laik pakai yaitu aman (*safe*) dan tepat (*accurate*).

Manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan sangat dibutuhkan untuk pengelolaan peralatan kesehatan karena berkaitan dengan keamanan, ketepatan dan pembiayaan. Didalam melakukan manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dibidangnya. Untuk meningkatkan kompetensi sumber daya manusia dilakukan upaya pelatihan yang komprehensif dan berkesinambungan.

Terdapat sekitar ratusan jenis alat kesehatan yang beredar di Indonesia, namun pada pelatihan ini diharapkan peserta mampu melakukan tatalaksana pengujian dan kalibrasi 7 alat kesehatan level low risk. Hal yang perlu diketahui oleh peserta pelatihan mengenai pengujian dan kalibrasi alat kesehatan level low risk mulai dari menjelaskan prinsip kerja alat, mengoperasikan alat, mengoperasikan alat ukur pengujian dan kalibrasi, melakukan pengujian dan kalibrasi dan melakukan evaluasi ketidakpastian pengukuran hasil pengujian dan kalibrasi alat.

Hal yang akan dibahas dalam pelatihan ini yaitu:

II. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mengikuti materi ini, peserta mampu melakukan Pengujian dan kalibrasi timbangan bayi dengan kapasitas maksimum 20 kg.

B. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mengikuti materi, peserta mampu:

1. Menjelaskan prinsip kerja alat timbangan bayi;

2. Mengoperasikan alat timbangan bayi;
3. Melakukan pengujian dan kalibrasi alat timbangan bayi.

III. POKOK BAHASAN

Dalam modul ini akan dibahas pokok bahasan dan sub pokok bahasan sebagai berikut:

- A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat Timbangan Bayi
- B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Timbangan Bayi
- C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Alat Timbangan Bayi

Pengujian dan kalibrasi alat timbangan bayi meliputi :

1. Tujuan;
2. Ruang lingkup;
3. Referensi yang digunakan;
4. Alat ukur yang digunakan;
5. Standar Prosedur Operasional (SPO) alat ukur;
6. Kondisi lingkungan;
7. Pemeriksaan fisik dan fungsi;
8. Pengukuran kinerja;
9. Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran;
10. Telaah teknis;
11. Kesimpulan.

IV. METODE PEMBELAJARAN

1. Curah pendapat
2. Ceramah tanya jawab
3. Demonstrasi
4. Diskusi kelompok
5. Praktikum

V. MEDIA DAN ALAT BANTU

1. Bahan tayang;
2. Modul Pelatihan;
3. Laptop;
4. LCD *projector*;
5. Spidol dan *flipchart*
6. Timbangan bayi
7. Anak Timbangan Standar
8. *Thermohygrometer*
9. Sarung tangan
10. Lembar Kerja
11. Panduan Demonstrasi
12. Panduan praktikum

VI. LANGKAH - LANGKAH PEMBELAJARAN

Berikut disampaikan langkah-langkah kegiatan dalam proses pembelajaran materi ini:

Langkah 1. Pengkondisian

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyapa peserta dengan ramah dan hangat. Apabila belum pernah menyampaikan sesi di kelas, mulailah dengan pengenalan. Perkenalkan diri dengan menyebutkan nama lengkap, instansi tempat bekerja dan materi yang akan disampaikan.
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.

Langkah 2. Penyampaian Materi

Langkah pembelajaran:

1. Materi pokok bahasan disampaikan dengan urutan sebagai berikut:
Persiapan ruangan dan peralatan dalam kondisi siap pakai.
2. Fasilitator menyampaikan paparan seluruh materi sesuai urutan pokok bahasan dan sub pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.
3. Materi disampaikan dengan metode curah pendapat, ceramah tanya jawab, dan demonstrasi.

Langkah 3. Penugasan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator membagi peserta dalam 6 kelompok dan meminta mereka untuk berdiskusi dalam kelompok masing-masing dengan tema diskusi yang telah ditentukan.
2. Hasil diskusi dituliskan dalam *flipchart* atau bahan tayang.
3. Tugas yang kedua yaitu simulasi dengan tema yang telah ditentukan yaitu sama dengan tema dalam diskusi kelompok.
4. Satu kelompok melakukan simulasi di depan kelas, kelompok yang lain memperhatikan, bergantian sampai semua kelompok mendapatkan giliran dan di akhir sesi dapat menanyakan hal yang kurang jelas.
5. Dibuat rangkuman hasil simulasi yang telah dilakukan oleh semua kelompok.

Langkah 4. Presentasi

Langkah pembelajaran:

1. Masing – masing kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi didepan teman yang lain dan fasilitator, kemudian kelompok yang lain memberikan tanggapan.
2. Fasilitator memberikan umpan balik dan mengarahkan hasil diskusi sesuai tujuan pembelajaran.

Langkah 5. Rangkuman dan kesimpulan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator melakukan evaluasi untuk mengetahui penyerapan peserta terhadap materi yang disampaikan dan pencapaian tujuan pembelajaran.
2. Fasilitator merangkum poin-poin penting dari materi yang disampaikan.
3. Fasilitator membuat kesimpulan.
4. Fasilitator memberikan apresiasi pada peserta, dan menutup proses pembelajaran dengan mengucapkan terima kasih.

VII. URAIAN MATERI**A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat Timbangan Bayi****Sub Pokok Bahasan: -**

Timbangan bayi termasuk alat kesehatan kategori *low risk* berdasarkan Permenkes 54 tahun 2015. Timbangan bayi adalah alat yang dipakai melakukan pengukuran untuk mengetahui massa/berat bayi.

Prinsip kerja timbangan bayi menggunakan sensor tekanan yang berada di bawah wadah tempat menaruh bayi yang akan di tampilkan pada display dalam satuan kilogram

B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Timbangan Bayi**Sub Pokok Bahasan: -**

Didalam penggunaan alat kesehatan timbangan bayi harus berdasarkan prosedur yang baik dan benar sehingga didapat hasil yang optimal. Contoh umum dari SOP timbangan bayi sebagai berikut:

1. Pasang wadah bayi dan kunci dengan kuat.
2. Letakkan di meja/tempat yang rata.
3. Sebelum melakukan pengukuran, pastikan tampilan pada posisi "0",
4. Berikanlah beban 1-2 kg beberapa kali. Jika tampilan tetap pada posisi "0" maka timbangan dapat mulai dipergunakan.

5. Pastikan tampilan dapat dibaca dengan jelas.

C. Pokok Bahasan 3: Pengujian dan Kalibrasi Alat Timbangan Bayi

Sub Pokok Bahasan 1: Tujuan

Metode ini bertujuan untuk melakukan pengujian Timbangan bayi dengan cara melakukan pengamatan fisik dan fungsi alat dan mengukur kinerja

Sub Pokok Bahasan 2: Ruang lingkup

Metode kerja ini dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan/ atau kalibrasi timbangan bayi dengan kapasitas maksimum 20 kg, sebagai berikut:

1. Pengujian
 - a. Pemeriksaan fisik
 - b. Pengujian fungsi
2. Kalibrasi
 - a. Kemampuan baca Kembali/daya ulang pembacaan (*repeatability of reading*)
 - b. Penyimpangan dari Nilai Nominal (*deviation of nominal value*)
 - c. Efek Pembebanan Tidak di Pusat Pan (*effect of centre loading*)

Sub Pokok Bahasan 3: Referensi yang digunakan

1. Permenkes RI No. 54 Tahun 2015 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan
2. EURAMET/cg-18/v.02-*Guidelines on the Calibration of Non-Automatic-Weighing-Instruments*, January 2009
3. Publikasi CSIRO "*The Calibration of Balance*", bagian 6 oleh David B. Prowse, Australia, Maret 2007
4. KAN G-01, *Guide on The Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, 2016
5. AS TG2, 2002, *Technical Guide, Laboratory Balance Calibration Requirements International Accreditation* New Zealand.

Sub Pokok Bahasan 4: Alat Ukur yang Digunakan

1. Anak Timbangan Standar Kelas minimal M1 untuk Timbangan Bayi Mekanik, dan untuk Timbangan Bayi Digital minimal F2 dengan nominal 1 kg, 2 kg, 5 kg dan 10 kg.
2. Termohygrometer Digital dengan resolusi 0,1 °C dan 1 % RH.
3. Sarung Tangan dengan bahan lembut.

Sub Pokok Bahasan 5: Standar Prosedur Operasional Alat Ukur

1. Anak Timbangan



Gambar 1 standar

- a. Kondisikan standar dan timbangan yang dikalibrasi
 - b. Pakailah sarung tangan dalam pengoperasiannya
2. *Thermohygrometer*
 Cara Pengoperasian Corona HL 89:



Gambar 2 thermohygrometer

- a. Siapkan Thermo-Hygrometer (TH).
- b. Masukkan batrey AA 1,5 Vdc, maka (TH) akan "On"
- c. Letakan (TH) pada posisi yang kita tentukan.
- d. Penempatan sensor suhu dapat dipindah pindah sesuai kebutuhan.

- e. Tekan tombol "Func" untuk mengetahui suhu "Max dan Min" dan tombol "Reset" untuk mereset ulang (TH).
- f. Alat siap digunakan.

Sub Pokok Bahasan 6: Kondisi Lingkungan

A. Kondisi digunakan untuk mengkalibrasi in-situ

Kalibrasi terhadap timbangan bayi mekanik/digital harus dilakukan pada kondisi ruang yang telah dipersyaratkan/sesuai dengan standar acuan EURAMET/cg-18/v.02-Guidelines on the Calibration of Non-Automatic-Weighing-Instruments, January 2009 halaman 40:

- Suhu: $17\text{ }^{\circ}\text{C} \leq t \leq 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan perbedaan suhu tidak melebihi: $\Delta t \leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Kelembaban Relatif: $30\% \leq \text{RH} \leq 80\%$ dengan perbedaan kelembaban relatif tidak melebihi $\Delta \leq \text{RH } 30\%$.

B. Kalibrasi dilakukan di Laboratorium Massa.

Berdasarkan National Institute of Standards and Technology (NIST), SOP 5 Recommended Standard Operating Procedure for Using a 3-1 Weighing Design, September 2014.

Classes	Temperature Requirements During a Calibration	Relative Humidity (%)
Classes OIML E1, ASTM 0	Lower and upper limits: $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ Maximum changes: $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C} / 12\text{ h}$ and $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{h}$	$40\text{ to }60 \pm 5 / 4\text{ h}$
Classes OIML E2, ASTM 1	Lower and upper limits: $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ Maximum changes: $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C} / 12\text{ h}$ and $\pm 0.7\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{h}$	$40\text{ to }60 \pm 5 / 4\text{ h}$
Classes OIML F1 and F2, ASTM 2 and 3	Lower and upper limits: $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ Maximum changes: $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C} / 12\text{ h}$ and $\pm 1.5\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{h}$	$40\text{ to }60 \pm 10 / 4\text{ h}$
OIML M1, M2, and M3, ASTM 4, 5, 6 & 7	Lower and upper limits: $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ Maximum changes: $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C} / 12\text{ h}$ and $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{h}$	$40\text{ to }60 \pm 20 / 4\text{ h}$

Sub Pokok Bahasan 7: Pemeriksaan Fisik dan Fungsi

Pemeriksaan fisik dan fungsi alat yang diuji/kalibrasi

Lakukan pemeriksaan pengamatan fisik dan fungsi Timbangan Bayi Mekanik/Digital.

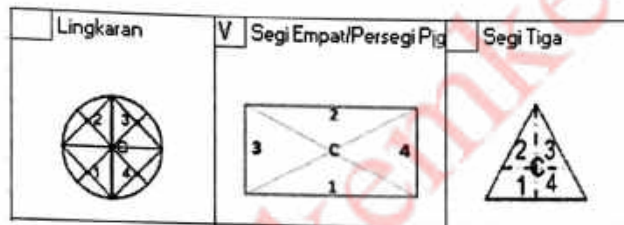
1. Badan dan permukaan alat, periksa bagian luar unit, pastikan bersih, terpasang ketat satu dan lainnya dan tidak ada bekas tertimpa cairan ataupun gangguan lainnya.
2. Jarum/Display Timbangan, periksa apakah ada gangguan pada jarum/display, pastikan masih berfungsi dengan baik dan pastikan dapat menunjukkan angka nol bila tidak diberi beban.
3. Pegas/*Load Cell*, Periksa dan pastikan berfungsi dengan baik bila diberi beban tertentu.
4. Selektor/Tombol Zero, periksa apakah dapat difungsikan dengan baik, dan dapat menunjukkan angka nol bila diatur/ditekan.

Sub Pokok Bahasan 8: Pengukuran Kinerja

Prosedur pengujian dan/atau kalibrasi

1. Persiapan dokumen
 - a. Metode kerja
 - b. Instruksi kerja
 - c. Lembar kerja
 - d. Label
2. Persiapan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - a. Siapkan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - b. Periksa kelengkapan aksesori
3. Persiapan alat uji/kalibrasi
 - a. Siapkan Thermohygrometer
 - b. Siapkan Anak Timbangan standard
4. Pendataan Administrasi alat yang diuji/kalibrasi di lembar kerja yang minimal terdiri dari :
 - a. Catat identitas penguji
 - b. Catat nama alat
 - c. Catat merek
 - d. Catat model
 - e. Catat nomor seri
 - f. Catat ruangan
 - g. Catat tanggal pelaksanaan
 - h. Catat identitas Fasyankes/pelanggan
5. Pengukuran kondisi lingkungan
 - a. Siapkan & hidupkan Thermohygrometer
 - b. Catat suhu & kelembaban awal kerja
 - c. Catat suhu & kelembaban akhir kerja
6. Pengujian Kinerja
 - a. Persiapan Kalibrasi

- 1) Periksa timbangan apakah dalam keadaan bekerja dengan baik
 - 2) Setel Kerataan timbangan bayi mekanik/digital, dengan menggunakan water level dan pastikan gelembung udara berada ditengah
 - 3) Kondisikan anak timbangan dan timbangan bayi mekanik/digital standar kurang lebih 30 menit sebelum kalibrasi.
- b. Bentuk Pan dan Posisi Titik-Titik Pengujian
- 1) Pilih bentuk Pan Timbangan bayi mekanik/digital sesuai gambar 3.
 - 2) Pilih dengan memberi tanda (V) dan catat ukuran pan yang dipilih.



Gambar 3 Bentuk Pan dan Posisi Titik-Titik Pengujian

- c. Kemampuan Baca Kembali/Daya Ulang Pembacaan (*Repeatability of Reading*)
- 1) Pengamatan kemampuan baca kembali merupakan ukuran konsistensi pembacaan timbangan yang dinyatakan sebagai standar deviasi yang diperoleh dari serangkaian pembacaan berulang dan perbedaan maksimum antar pembacaan tunggal berurutan.
 - 2) Pengamatan kemampuan baca kembali dilakukan dengan melakukan sepuluh kali pengukuran berulang untuk massa yang sama tanpa melakukan adjustment apapun terhadap setting nol timbangan, Perbedaan individual antara sepuluh kali pembacaan dengan beban dan tanpa beban dihitung, kemudian dilakukan perhitungan standar tersebut.
 - 3) Timbangan dengan unjuk kerja yang baik memiliki nilai standar deviasi yang tidak lebih dari 3 (tiga) kali resolusinya. Pengamatan daya ulang pembacaan harus dilaksanakan sedemikian hingga merefleksikan penggunaan timbangan. Pada pengamatan ini lakukan

untuk tiga posisi yaitu kapasitas mendekati nol, kapasitas setengah kapasitas dan kapasitas penuh dari timbangan bayi mekanik/digital.

d. Kapasitas Mendekati Nol

- 1) Nolkan timbangan bayi mekanik/digital dan catat pada tabel 2 kolom 2 sebagai z1.
- 2) Letakkan anak timbangan standar (M) dengan kapasitas mendekati nol (1 kg) pada pan timbangan bayi mekanik/digital dan catat pembacaan pada tabel 2 kolom 3 sebagai m1.
- 3) Ambil anak timbangan standar dari pan timbangan bayi mekanik/digital, tunggu sampai stabil dan catat pada tabel 2 kolom 2 sebagai z2.
- 4) Ulangi langkah-langkah butir 1 sampai dengan 3 diatas sampai diperoleh 10 kali pembacaan (z1 sampai z10 dan m1 sampai m10).
- 5) Hitung perbedaan (ri) dengan rumus $ri = mi - zi$, untuk kapasitas mendekati nol (1.000 g) dan catat pada tabel 2 kolom 4

e. Kapasitas Setengah

- 1) Nolkan timbangan bayi mekanik/digital dan catat pada tabel 2 kolom 5 sebagai z1.
- 2) Letakkan anak timbangan standar (M) dengan kapasitas setengah (10.000 g) pada pan timbangan bayi mekanik/digital dan catat pembacaan pada tabel 2 kolom 6 sebagai m1.
- 3) Ambil anak timbangan standar dari pan timbangan bayi, tunggu sampai stabil dan catat pada tabel 2 kolom 5 sebagai z2.
- 4) Ulangi langkah-langkah butir 1 sampai dengan 3 diatas sampai diperoleh 10 kali pembacaan (z1 sampai z10 dan m1 sampai m10).
- 5) Hitung perbedaan (ri) dengan rumus $ri = mi - zi$, untuk kapasitas setengah (10.000 g) dan catat pada tabel 2 kolom 7.

f. Kapasitas Penuh

- 1) Nolkan timbangan bayi mekanik/digital dan catat pada tabel 2 kolom 8 sebagai z1.
- 2) Letakkan anak timbangan standar (M) dengan kapasitas penuh (20.000 g) pada pan timbangan bayi mekanik/digital/digital dan catat pembacaan pada tabel 2 kolom 9 sebagai m1.

- 3) Ambil anak timbangan standar dari pan timbangan bayi mekanik/digital, tunggu sampai stabil dan catat pada tabel 2 kolom 8 sebagai z_2 .
- 4) Ulangi langkah-langkah butir 1 sampai dengan 3 diatas sampai diperoleh 10 kali pembacaan (z_1 sampai z_{10} dan m_1 sampai m_{10}).
- 5) Hitung perbedaan (r_i) dengan rumus $r_i = m_i - z_i$, untuk kapasitas penuh (20.000 g) dan catat pada tabel 2 kolom 10.

Sub Pokok Bahasan 9: Perhitungan dan Analisa Ketidakpastian Pengukuran

Analisa Data & Perhitungan ketidakpastian Evaluasi Komponen Ketidakpastian Pengukuran

1. Ketidakpastian Anak Timbangan Standard (u_1)

Ketidakpastian berdasarkan sertifikat kalibrasi anak timbangan, dapat dihitung ketidakpastian baku anak timbangan standar yang digunakan dengan rumus :

$$u_1 = \frac{U}{k}$$

Bila digunakan lebih dari satu anak timbangan standar maka:

$$u_{gab} = u_1 + u_2 + u_3 + + u_n$$

Dengan asumsi distribusi normal dengan derajat kebebasan (v_2) tidak terhingga.

2. Ketidakpastian Daya Ulang Pembacaan (u_2)

Diambil sepuluh kali pengambilan data untuk beban yang sama. Simpangan baku dihitung dari perbedaan pembacaan timbangan (r), pada saat timbangan tidak diberi beban (z) dan pembacaan pada saat timbangan diberi beban (m) sehingga :

$$r_i = m_i - z_i$$

Simpangan baku ;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - r)^2}{(n-1)}}$$

$$u_2 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

n adalah jumlah pengulangan pengukuran, dengan asumsi distribusi normal dan derajat kebebasan (v_1) = $n-1$

Beberapa timbangan di batasi oleh daya bacanya (resolusi), sehingga nilai dari simpangan baku seakan-akan terbaca bernilai "nol". Nilai sebenarnya dari daya ulang pembacaan tidaklah "nol", nilai sebenarnya terlalu kecil untuk dapat terbaca karena keterbatasan daya bacanya. Jika nilai yang didapat adalah "nol", maka:

$$\sigma = \sqrt{\frac{2}{3}}a$$

3. Ketidakpastian Kemampuan Baca Timbangan (u_3)

Ketidakpastian kemampuan baca timbangan diestimasi mempunyai semi range

$$a = 0.5 \times \text{resolusi timbangan}$$

Dengan asumsi mempunyai distribusi segi empat dengan derajat kebebasan v_3 tidak terhingga maka ketidakpastian baku kemampuan baca timbangan adalah sebesar :

$$u_3 = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

4. Ketidakpastian Buoyancy Udara (u_4)

Batas variasi buoyancy udara diestimasi 1ppm dari nilai nominal, maka batas variasi buoyancy udara pada titik ukur 200g adalah:

$$1\text{ppm} \times 200\text{g} = 2.10^{-4}\text{g}$$

Dengan asumsi memiliki distribusi rectangular dan derajat kebebasan v_4 tidak terhingga maka, ketidakpastian baku buoyancy udara dihitung sebesar:

$$u_4 = \frac{0.2\text{mg}}{\sqrt{3}} = 0.115\text{mg}$$

5. Ketidakpastian stabilitas Anak Timbangan Standar / *drift* (u_5)
Ketidakpastian stabilitas anak timbangan diambil dari nilai selisih sertifikat massa konvensional anak timbangan (ΔC). Dengan asumsi mempunyai distribusi *semirectangular* dengan derajat kebebasan v_5 tak terhingga.

$$u_5 = \frac{\Delta C}{2\sqrt{3}}$$

6. Ketidakpastian Gabungan (u_c)
Ketidakpastian baku gabungan (u_c) timbangan yang dikalibrasi adalah:

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

7. Dengan derajat kebebasan efektif (v_{eff})

$$v_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^n \frac{u_i^4}{v_i}}$$

8. Ketidakpastian gabungan (U_c)
Dengan nilai faktor cakupandistribusi *t-student* dengan probability 95 % dari nilai derajat kebebasan, maka ketidakpastian bentangan dapat diperoleh

$$U_c = k \cdot u_c$$

9. Limit of Performace (LOP)

Limit of Performance ($\pm F$) adalah rentang toleransi dimana didalamnya terdapat kemungkinan semua pembacaan timbangan. Pembacaan timbangan akan memberikan nilai sebenarnya dari massa benda yang ditimbang dalam rentang $\pm F$. Jika nilai masa sebenarnya dari suatu benda dinyatakan dengan m , dan pembacaan timbangan dinyatakan dengan m_d , maka nilai m akan berada pada :

$$m_d - F \leq m \leq m_d + F$$

10. Limit of Performace timbangan dapat dihitung dengan rumus;

$$F = C_{(max)} + U_{(max)}$$

Ket :

$C_{(max)}$ = Koreksi maksimum

$U_{(max)}$ = Nilai ketidakpastian maksimum

Tabel 1. Uncertainty Budget.

No.	Komponen	Distribusi	U	Pembagi	ui
1.	Pengukuran Berulang	Normal	σ	$\sqrt{n}$	$\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
2.	Sertifikat Standar	Normal	$U_{\text{Sertif stand}}$	K	$\frac{U_{\text{Sertif std}}}{k}$
3.	Resolusi timbangan	Segi empat	U_{resolusi}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{res}}}{\sqrt{3}}$
4.	Drift	Segi empat	U_{drift}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{drift}}}{\sqrt{3}}$
5.	Buoyancy	Segi empat	U_{buoyancy}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{buoyancy}}}{\sqrt{3}}$

Sub Pokok Bahasan 10: Telaah Teknis

Telaah teknis dan Kesimpulan Telaah teknis

1. Lakukan telaah teknis berdasarkan kondisi fisik dan fungsi alat
2. Lakukan telaah teknis pengujian kinerja berdasarkan Prosedur Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan Nomor PO.002-18 dengan penjelasan sebagai berikut:

Pengukuran Kinerja:

1. $\geq 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah memenuhi persyaratan
2. $< 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah tidak memenuhi persyaratan

Sub Pokok Bahasan 11: Kesimpulan

Pernyataan kesesuaian diberikan dengan bobot perhitungan sebagai berikut:

1. Hasil pemeriksaan fisik dan fungsi memberikan kontribusi 10 % dari pernyataan.
2. Penunjukan nilai "no!" memberikan kontribusi 20% dari pernyataan.
3. Hasil pengukuran atau uji kinerja memberikan kontribusi 70 % dari pernyataan.
4. Pernyataan akhir dari kesesuaian dinyatakan dengan LAIK PAKAI dan ketidaksesuaian dinyatakan dengan TIDAK LAIK PAKAI.

5. Pernyataan LAIK PAKAI diberikan bila hasil atau skor akhir sama dengan atau melampaui 70 % dan pernyataan TIDAK LAIK PAKAI bila hasil atau skor akhir dibawah 70 %
6. Tempelkan label hijau jika alat dinyatakan laik pakai dan label merah jika alat dinyatakan tidak laik pakai.

VIII. REFERENSI

1. Permenkes RI No. 54 Tahun 2015 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan
2. EURAMET/cg-18/v.02-*Guidelines on the Calibration of Non-Automatic-Weighing-Instruments*, January 2009
3. Publikasi CSIRO "*The Calibration of Balance*", bagian 6 oleh David B. Prowse, Australia, Maret 2007
4. KAN G-01, *Guide on The Evaluation And Expression of Uncertainty in Measurement*, 2016
5. AS TG2, 2002, *Technical Guide, Laboratory Balance Calibration Requirements International Accreditation New Zealand*.
6. Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan; Metode Kerja Nomor 051
7. Prosedur Operasional Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan

IX. LAMPIRAN

1. Panduan Simulasi
2. *Checklist* Simulasi
3. Panduan Pengisian Lembar Kerja
4. Lembar Kerja

Lampiran I**PANDUAN SIMULASI****Materi Inti 3- Pengujian dan Kalibrasi Alat Timbangan Bayi****Tujuan:**

Setelah mengikuti simulasi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi alat timbangan bayi.

Petunjuk:

1. Pelatih/Fasilitator membagi peserta menjadi 2 kelompok, Masing-masing kelompok *skill station* terdiri atas @10 peserta 1 instruktur sebagai pembimbing; (5 menit)
2. Masing-masing kelompok memilih ketua, sekretaris dan penyaji. (5 menit)
3. Dari Masing-masing kelompok dibagi menjadi 2 kelompok kecil (grup), 1 grup terdiri atas 5 peserta (@5 orang);
4. Pelatih/Fasilitator mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan simulasi *skill station*.
5. Setiap peserta dalam kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) masing-masing diberi kesempatan untuk melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan timbangan bayi dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat timbangan bayi meliputi: (15 menit)
 - a. Cara pemeriksaan fisik dan fungsi timbangan bayi
Kemudian diganti oleh grup 2 sesuai kelompoknya.
6. Kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) selanjutnya masing-masing melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan timbangan bayi dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat timbangan bayi, meliputi: (75 menit)
 - a. cara pemeriksaan fisik dan fungsi timbangan bayi;
 - b. cara pengukuran kinerja timbangan bayi;
 - c. cara mengisi lembar kerja pengujian kalibrasi alat timbangan bayi.
 Selanjutnya dilanjutkan grup 2 sesuai kelompoknya.
7. Instruktur memberikan penilaian terhadap simulasi yang dilakukan peserta di dalam kelompok masing-masing dengan menggunakan *checklist* yang telah disiapkan.
8. Tiap kelompok mempresentasikan cara pengujian dan kalibrasi alat timbangan bayi. Peserta dari kelompok lain dapat memberikan pertanyaan ataupun tanggapan. (2 x 15 menit = 30 menit)
9. Pelatih/Fasilitator memberikan klarifikasi dan merangkum hasil seluruh proses simulasi yang dilakukan oleh peserta. (10 menit)

Waktu: 5 Jpl x 45 menit = 225 menit

perpustakaan.kemkes.go.id

Lampiran II

PENILAIAN SIMULASI PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT TIMBANGAN BAYI

NAMA PESERTA :
ASAL INSTANSI :
NOMOR ABSEN :

NO.	KRITERIA UNJUK KERJA	PENILAIAN			
		0	1	2	3
1.	Menyiapkan timbangan bayi, peralatan uji dan kalibrasi, SOP, Metode Kerja, formulir dan Lembar Kerja pengujian dan kalibrasi 1.1. Lembar Kerja telah sesuai dengan alat yang akan diuji dan kalibrasi. 1.2. Timbangan bayi disiapkan sesuai SOP. 1.3. Peralatan uji dan kalibrasi disiapkan sesuai SOP.				
2.	Melakukan pendataan administrasi, pendataan timbangan bayi yang akan diuji dan pendataan alat uji/ kalibrasi yang digunakan 2.1. Item-item pengisian data sarana pelayanan kesehatan pada lembar kerja telah terisi dengan lengkap dan benar meliputi pemilik, alamat, no. order, no. telepon. 2.2. Item-item pengisian data timbangan bayi pada Lembar Kerja telah terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, lokasi alat dan lokasi kalibrasi. 2.3. Item-item pengisian data peralatan kalibrasi pada Lembar Kerja telah terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, dan berlaku kalibrasi.				

3.	Melakukan pengukuran kondisi lingkungan 3.1. Kondisi lingkungan kalibrasi meliputi suhu dan kelembaban ruangan dicatat pada Lembar Kerja. 3.2. Pemakaian peralatan ukur dilakukan sesuai SOP.				
4.	Melakukan pemeriksaan fisik dan fungsi peralatan yang diuji/dikalibrasi 4.1 Pemeriksaan fisik peralatan sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada Lembar Kerja. 4.2. Pemeriksaan fungsi peralatan sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada Lembar Kerja.				
5	Melakukan pengujian kinerja 5.1. Langkah-langkah pengamatan hasil pengujian dan kalibrasi benar sesuai Metode Pengujian dan Kalibrasi. 5.2. Pengamatan parameter kalibrasi dicatat pada Lembar Kerja dengan benar sesuai Metode Pengujian dan Kalibrasi. 5.3. Pemakaian peralatan uji dan kalibrasi dilakukan sesuai SOP.				
6	Melakukan evaluasi dan estimasi ketidakpastian pengukuran 6.1. Data telah tercatat secara lengkap dan memadai untuk dilakukan analisa perhitungan. 6.2. Analisa perhitungan sesuai dengan Metode Perhitungan Ketidakpastian Pengukuran				

	6.3. Pemakaian peralatan hitung dilakukan sesuai SOP.				
7	Melakukan telaah teknis, kesimpulan dan pernyataan kesesuaian terhadap hasil uji (laik pakai atau tidak laik pakai) 7.1. Telaah teknis dilakukan secara benar mengacu hasil pemeriksaan fisik dan fungsi, nilai ambang batas keselamatan listrik dan batas toleransi kinerja yang diizinkan. 7.2. Penetapan kesimpulan laik pakai atau tidak laik pakai sesuai dengan hasil telaah teknis. 7.3. Saran disampaikan secara benar sesuai hasil pengujian dan kalibrasi.				
	SKOR NILAI = $\frac{\text{JL SKOR}}{19} \times 100\%$ 19				

Penguji,

(.....)

Keterangan :

0. Tidak Melakukan tindakan
1. Melakukan tetapi tidak sesuai prosedur
2. Melakukan sesuai dengan prosedur/tetapi kurang baik
3. Melakukan sesuai dengan prosedur dengan baik dan benar

Lampiran III

**PANDUAN PENGISIAN LEMBAR KERJA
DAN PEMBUATAN LAPORAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI TIMBANGAN BAYI**

Fasilitator menyampaikan di depan peserta pelatihan dengan menjelaskan cara pengisian lembar kerja sampai kepada pembuatan laporan pengujian dan kalibrasi alat timbangan bayi:

1. Peserta mengisi lembar kerja (*Hard copy*) pengujian kalibrasi timbangan bayi yang sudah disediakan setelah melakukan praktek pengujian kalibrasi alat timbangan bayi;
2. Peserta mengisi data administrasi pada lembar kerja;
3. Peserta mengisi daftar alat ukur yang digunakan untuk pengujian dan kalibrasi timbangan bayi;
4. Peserta mengisi pemeriksaan fisik dan fungsi alat timbangan bayi dengan cara memberi tanda $\checkmark$ pada kolom yg tersedia;
5. Peserta mengisi hasil pengukuran keselamatan listrik sesuai dengan nilai yg tertera pada ESA dari hasil pengukuran keselamatan listrik;
6. Peserta melakukan pengambilan data pengukuran kinerja sebanyak 5 kali, dan hasil pengukuran direkam pada lembar kerja. Nilai yang direkam sesuai dengan nilai yang ditampilkan oleh alat ukur;
7. Peserta melakukan tabulasi data pengujian kalibrasi dari lembar kerja (*hard copy*) ke dalam format excell yang telah disediakan.

KEMENTERIAN KESEHATAN RI – Ditjen Yankes | Direktorat Fasyankes - 2019

MILIK PERPUSTAKAAN
KEMENTERIAN KESEHATAN



MATERI INTI 4

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT THERMOMETER KLINIK



**MODUL PELATIHAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN *LOW RISK***

perpustakaan.kemkes.go.id

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
I. DESKRIPSI SINGKAT.....	1
II. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	1
A. Tujuan Pembelajaran Umum.....	1
B. Tujuan Pembelajaran Khusus	1
III. POKOK BAHASAN	2
IV. METODE PEMBELAJARAN	2
V. MEDIA DAN ALAT BANTU	2
VI. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	3
VII. URAIAN MATERI	4
A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat Thermometer Klinik....	4
B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Thermometer Klinik..	6
C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Kerja Alat Thermometer Klinik	7
VIII. REFERENSI	15
IX. LAMPIRAN	16

perpustakaan.kemkes.go.id

MATERI INTI 4

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT THERMOMETER KLINIK

I. DESKRIPSI SINGKAT

Peralatan kesehatan merupakan salah satu fasilitas yang memegang peranan penting dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan masyarakat. Pelayanan kesehatan yang berkesinambungan perlu didukung dengan peralatan yang selalu dalam kondisi laik pakai. Peralatan kesehatan laik pakai dapat dipenuhi dengan melakukan pengujian/kalibrasi secara periodik dan terencana.

Pengujian dan atau Kalibrasi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara periodik dan terencana. Tujuannya agar alat kesehatan dapat dimanfaatkan secara optimal (*utility*) dan laik pakai yaitu aman (*safe*) dan tepat (*accurate*).

Manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan sangat dibutuhkan untuk pengelolaan peralatan kesehatan karena berkaitan dengan keamanan, ketepatan dan pembiayaan. Didalam melakukan manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dibidangnya. Untuk meningkatkan kompetensi sumber daya manusia dilakukan upaya pelatihan yang komprehensif dan berkesinambungan.

Terdapat sekitar ratusan jenis alat kesehatan yang beredar di Indonesia, namun pada pelatihan ini diharapkan peserta mampu melakukan tatalaksana pengujian dan kalibrasi 7 alat kesehatan *level low risk*. Hal yang perlu diketahui oleh peserta pelatihan mengenai pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *level low risk* mulai dari menjelaskan prinsip kerja alat, mengoperasikan alat, mengoperasikan alat ukur pengujian dan kalibrasi, melakukan pengujian dan kalibrasi dan melakukan evaluasi ketidakpastian pengukuran hasil pengujian dan kalibrasi alat.

Hal yang akan dibahas dalam pelatihan ini yaitu:

II. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mengikuti materi ini, peserta mampu melakukan Pengujian dan Kalibrasi Alat Digital Thermometer Klinik.

B. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mengikuti materi, peserta mampu:

1. Menjelaskan prinsip kerja alat Thermometer Klinik;
2. Mengoperasikan alat Thermometer Klinik;

3. Melakukan pengujian dan kalibrasi alat thermometer klinik.

III. POKOK BAHASAN

Dalam modul ini akan dibahas pokok bahasan dan sub pokok bahasan sebagai berikut:

A. Pokok Bahasan 1. Prinsip kerja Alat Thermometer Klinik

B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian alat Thermometer Klinik

C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan kalibrasi alat Thermometer Klinik

Pengujian dan kalibrasi alat Thermometer Klinik meliputi:

1. Tujuan;
2. Ruang lingkup;
3. Referensi yang digunakan;
4. Alat ukur yang digunakan;
5. Standar Prosedur Operasional (SPO) alat ukur;
6. Kondisi lingkungan;
7. Pemeriksaan fisik dan fungsi;
8. Pengukuran kinerja;
9. Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran;
10. Telaah teknis;
11. Kesimpulan.

IV. METODE PEMBELAJARAN

1. Curah pendapat;
2. Ceramah tanya jawab;
3. Simulasi;
4. Diskusi kelompok;
5. Penugasan.

V. MEDIA DAN ALAT BANTU

1. Bahan tayang;
2. Modul Pelatihan;
3. Laptop;
4. *LCD projector* ;
5. Thermometer Klinik;
6. *Waterbath / transparant bath*;
7. *Reference Standard Thermometer*;
8. *Thermohygrometer*;
9. Masker;
10. Sarung tangan;
11. Lembar kerja;
12. Panduan praktikum;

13. *Flipchart*;
14. *White board*;
15. Spidol (ATK);
16. Panduan Simulasi;
17. Panduan Diskusi Kelompok;
18. Pedoman Praktik Lapangan.

VI. LANGKAH – LANGKAH PEMBELAJARAN

Berikut disampaikan langkah-langkah kegiatan dalam proses pembelajaran materi ini:

Langkah 1. Pengkondisian

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyapa peserta dengan ramah dan hangat. Apabila belum pernah menyampaikan sesi di kelas, mulailah dengan perkenalan. Perkenalkan diri dengan menyebutkan nama lengkap, instansi tempat bekerja dan materi yang akan disampaikan;
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.

Langkah 2. Penyampaian Materi

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyampaikan paparan seluruh materi sesuai urutan pokok bahasan dan sub pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang;
2. Materi pokok bahasan disampaikan dengan urutan sebagai berikut: Persiapan ruangan dan peralatan dalam kondisi siap pakai;
3. Materi disampaikan dengan metode curah pendapat dan ceramah tanya jawab.

Langkah 3. Penugasan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator membagi peserta dalam 6 kelompok dan meminta mereka untuk berdiskusi dalam kelompok masing masing dengan tema diskusi yang telah ditentukan;
2. Hasil diskusi dituliskan dalam *flipchart* atau bahan tayang;
3. Tugas yang kedua yaitu simulasi dengan tema yang telah ditentukan yaitu sama dengan tema dalam diskusi kelompok;
4. Satu kelompok melakukan simulasi di depan kelas, kelompok yang lain memperhatikan, bergantian sampai semua kelompok mendapatkan giliran dan di akhir sesi dapat menanyakan hal yang kurang jelas;

5. Dibuat rangkuman hasil simulasi yang telah dilakukan oleh semua kelompok;
6. Tugas yang ketiga yaitu praktek lapangan;
7. Hasil praktik dituliskan dalam *flipchart* atau bahan tayang dan dibuat rangkuman.

Langkah 4. Presentasi

Langkah pembelajaran:

1. Masing – masing kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi didepan teman yang lain dan fasilitator, kemudian kelompok yang lain memberikan tanggapan;
2. Fasilitator memberikan umpan balik dan mengarahkan hasil diskusi sesuai tujuan pembelajaran.

Langkah 5. Rangkuman dan kesimpulan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator melakukan evaluasi untuk mengetahui penyerapan peserta terhadap materi yang disampaikan dan pencapaian tujuan pembelajaran;
2. Fasilitator merangkum poin-poin penting dari materi yang disampaikan;
3. Fasilitator membuat kesimpulan;
4. Fasilitator memberikan apresiasi pada peserta, dan menutup proses pembelajaran dengan mengucapkan terima kasih.

VII. URAIAN MATERI

A. Pokok Bahasan 1. Prinsip kerja Alat Thermometer Klinik

Thermometer Klinik termasuk alat kesehatan kategori *low risk* berdasarkan permenkes 54 tahun 2015. Thermometer Klinik memiliki fungsi utama mengukur suhu tubuh, yang dirancang untuk digunakan secara klinis pada manusia dan hewan

Dalam penggunaannya thermometer klinis biasa dimasukkan kedalam mulut, anus, telinga, atau ditempelkan pada dahi. Suhu tubuh normal manusia berkisar $(36,4 - 37,5)^{\circ}$ Celcius. Untuk mengukur suhu tubuh, kita butuh alat yang namanya termometer klinik, termometer klinik pun banyak jenisnya

Berikut beberapa jenis termometer yang biasa digunakan:

- **Termometer digital**, terbuat dari plastik dan berbentuk seperti pensil. Biasanya termometer ini menggunakan sensor panas elektronik untuk merekam suhu tubuh baik melalui mulut, ketiak, atau dubur.

- **Termometer digital telinga atau termometer timpani**, menggunakan sinar inframerah untuk mengukur suhu di dalam liang telinga. Perlu diingat, ketepatan termometer ini dalam mengukur suhu tubuh dapat terganggu jika terhalang kotoran telinga, atau lengkungan saluran telinga.
- **Termometer dot digital**, cocok untuk anak-anak yang menggunakan dot. Si Kecil tinggal mengisap dot sampai suhu yang paling tinggi muncul, atau sekitar 3-5 menit. Termometer jenis ini kemungkinan memakan waktu lebih lama untuk dapat mengukur suhu tubuh dan tidak seakurat jenis lainnya.
- **Termometer arteri temporal**, menggunakan inframerah untuk mengukur suhu dari arteri temporal yang ada di dalam dahi. Harganya yang mahal dan keakuratannya yang masih dipertanyakan sehingga termometer ini tidak umum digunakan.
- **Termometer dahi**, terbuat dari plastik tipis dengan angka-angka tertulis pada plastik. Termometer ini sayangnya tidak terlalu akurat jika digunakan. Cara penggunaannya tinggal menempelkan termometer pada dahi. Nanti termometer akan berubah warna atau menyala pada angka yang sesuai dengan suhu tubuh.
- **Termometer sekali pakai**, terbuat dari plastik tipis dengan titik-titik berwarna dan tanda suhu di salah satu ujungnya. Termometer ini dapat digunakan di mulut atau dubur, namun tidak akan seakurat termometer elektronik atau telinga.

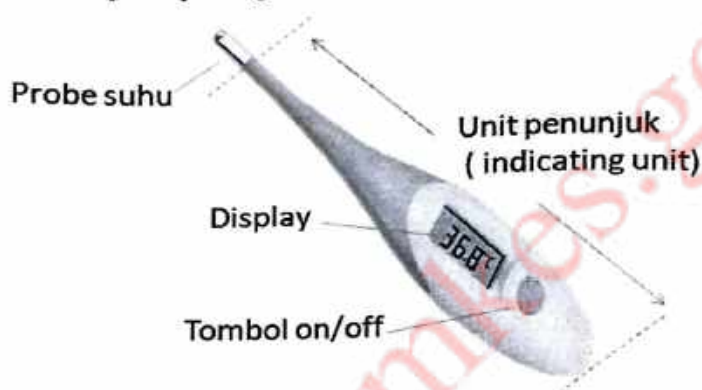


Cara Kerja :

Termometer klinik digital : termometer jenis kontak yang tersusun dari probe suhu dan unit penunjuk. Termometer digital klinis dengan perangkat maksimum (*clinical electrical thermometer*

with maximum device). Perangkat maksimum (maximum device) adalah komponen unit penunjuk termometer yang memonitor suhu maksimum yang diukur dengan menempelkan probe suhu pada rongga tubuh atau jaringan. Suhu maksimum akan tercapai setelah terjadinya kesetimbangan termal, kemudian suhu maksimum tersebut ditampilkan pada display dan dipertahankan tampilan tersebut sampai di reset oleh pengguna.

Pada umumnya Digital Thermometer Klinik memiliki komponen yang sederhana seperti pada gambar dibawah ini:



1. Probe suhu, sensor untuk mengukur suhu tubuh, biasa terbuat dari bahan platina atau thermistor.
2. Display, untuk membaca nilai suhu tubuh yang terukur atau unit pengolah output probe suhu menjadi nilai suhu dan menampilkannya pada display.
3. Tombol On/Off, Untuk menghidupkan dan mematikan alat.
4. Battrey, sebagai suplai listrik/power pada alat berkisar 1,55 Vdc.

Parameter yang perlu diuji

Parameter yang perlu diuji dan kalibrasi Thermometer Klinik :

1. Akurasi Pembacaan suhu alat ($^{\circ}\text{C}$)
Dengan cara membandingkan nilai suhu yang terbaca pada alat dengan *Thermometer reference*.

B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian alat Thermometer Klinik

Didalam penggunaan alat kesehatan Digital Thermometer Klinik harus berdasarkan prosedur yang baik dan benar sehingga didapat hasil yang optimal. Contoh umum dari SOP Digital Thermometer Klinik sebagai berikut :

1. Pastikan Digital Thermometer Klinik dalam keadaan bersih dan steril.
2. Pastikan battery 1,55 Vdc sdh terpasang pada alat.

3. Tekan tombol ON/OFF pada unit untuk menyalakan Digital Thermometer Klinik, tunggu beberapa saat inisialisasi hingga terdengar bunyi "bep" pada alat.
4. Lakukan pengukuran suhu tubuh pada pasien dengan meletakan di mulut, ketiak atau anus, tunggu beberapa saat hingga alat merekam suhu maksimum dan berbunyi "bep" yang ke 2.
5. Baca dan catat nilai yang terukur/terbaca pada *display*.
6. Matikan alat dengan menekan kembali tombol *On/Off*.
7. Bersihkan dan sterilkan alat, kemudian simpan ditempat yang kering.

C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan kalibrasi alat Thermometer Klinik

Sub Pokok Bahasan 1 : tujuan

Modul ini digunakan sebagai panduan dalam melakukan kalibrasi termometer klinik pada rentang ukur suhu 32 °C - 42 °C.

Sub Pokok Bahasan 2 : ruang lingkup

Modul ini dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan/atau kalibrasi sebagai berikut :

1. Pengujian
 - a. Pemeriksaan Fisik
 - b. Pengujian Fungsi
2. Kalibrasi
 - a. Modul ini mencakup termometer elektrik klinik untuk mengukur suhu tubuh manusia pada rentang ukur suhu 32°C - 42°C.
 - b. Modul ini menguraikan prosedur kalibrasi yang meliputi persiapan dan peralatan,serta perhitungan ketidakpastiannya.

Sub Pokok Bahasan 3: Referensi

1. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, 2015;
2. KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016
3. OIML R115,1995(E) : *Clinical Electrical Thermometers with maximum device*.

Sub Pokok Bahasan 4 : Alat Ukur yang Digunakan

1. Termometer standar yang digunakan adalah Termometer Digital, yang menggunakan sensor PRT Pt 100;
2. Transparant Bath Circulator;
3. Thermohygrometer;
4. Statip (Tiang & Penjepit).

Sub Pokok Bahasan 5 : SOP Masing – Masing Alat Ukur

1. Reference Thermometer



Gambar 1 Reference Thermometer

Nama Bagian-Bagiannya:

Cara Pengoperasian Reference Thermometer.

- a. Siapkan Handheld dan perlengkapan utamanya (sensor PRT).
- b. Hubungkan kabel sensor PRT dengan main unit.
- c. Tekan tombol "On/Off"  selama 2 detik untuk menghidupkan main unit .
- d. Tunggu beberapa saat (persiapan/warming up) hingga display menunjukkan suhu yang terukur saat itu dengan satuan ° C. Alat siap digunakan.
- e. Tekan tombol mode untuk aplikasi lain seperti merubah satuan ukur Ω , °F, °K, °R.

- f. Tekan tombol “up” dan “down” untuk memilih aplikasi yang diinginkan kemudian menekan tombol “ENT” dan “CLR” untuk eksekusi dan pembatalan.
- g. Tekan tombol “On/Off”  untuk mematikan alat .

2. Waterbath / Microbath

Cara Pengoperasian *Reference Thermometer*:



Gambar 2 *Microbath*

- a. Siapkan Microbath dan kelengkapannya serta DUT.
- b. Pastikan oli sebagai media suhu terisi pada tangki alat.
- c. Hubungkan kabel power pada stop kontak, lalu tekan saklar “On/Off” pada bagian belakang alat.
- d. Tunggu beberapa saat (persiapan/warming up) hingga display menunjukkan suhu 25,00° C
- e. Tekan tombol Set untuk suhu yang diinginkan sebanyak dua kali.
- f. Tekan tombol “up” untuk menaikkan suhu dan “down” untuk menurunkan suhu yang diinginkan. Tunggu beberapa saat sampai display “running” berubah sesuai suhu yang ditentukan (Spesifikasi alat: -30,00° C s/d 125,00° C)
- g. Kembalikan suhu tangki pada posisi standard yaitu 25,00° C setelah selesai melakukan pengukuran.
- h. Tunggu beberapa saat sampai suhu 25,00° C tercapai, matikan alat dengan menekan tombol “On/Off” pada bagian belakang alat.

3. Thermohygrometer

Cara Pengoperasian :



Gambar 3 thermohygrometer

- Siapkan Thermo-Hygrometer (TH).
- Masukkan batrey AA 1,5 Vdc, maka (TH) akan "On"
- Letakan (TH) pada posisi yang kita tentukan.
- Penempatan sensor suhu dapat dipindah pindah sesuai kebutuhan.
- Tekan tombol "Func" untuk mengetahui suhu "Max dan Min" dan tombol "Reset" untuk mereset ulang (TH).
- Alat siap digunakan.

Sub Pokok Bahasan 6 : kondisi lingkungan

- Suhu ruang : $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Kelembaban relative : $50 \text{ RH} \pm 20 \% \text{ RH}$.

Sub Pokok Bahasan 7 : Pemeriksaan Fisik dan Fungsi Alat

Sebelum kalibrasi dilakukan terhadap *Termometer Klinik* perlu diperiksa secara visual dan diperhatikan keadaannya sebagai berikut :

- Kebersihan alat
- Fungsi tombol *On/Off*
- Tampilan *display*
- Battrey*
- Pastikan kondisi ruang dalam rentang suhu $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban relative $50 \pm 20 \% \text{ RH}$.

Sub Pokok Bahasan 8 : Pengukuran Kinerja

Pengujian dan kalibrasi alat *thermometer klinik* mengikuti prosedur sebagai berikut :

1. Persiapan dokumen
 - a. Metode kerja
 - b. Instruksi kerja
 - c. Lembar Kerja
 - d. Label
2. Persiapan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - a. Siapkan alat thermometer klinik yang akan diuji/kalibrasi;
 - b. Periksa kondisi fisik;
 - c. Persiapan Alat Uji / Kalibrasi.
 - d. Siapkan dan Susun peralatan yang digunakan seperti pada *Set-up Kalibrasi Termometer Klinik*.
3. Pendataan Administrasi alat yang diuji/kalibrasi di lembar kerja yang terdiri dari :
 - a. Catat identitas penguji;
 - b. Catat nama alat;
 - c. Catat merek;
 - d. Catat model;
 - e. Catat nomor seri;
 - f. Catat ruangan;
 - g. Catat tanggal pelaksanaan;
 - h. Catat identitas Fasyankes/pelanggan;
4. Pengukuran Kondisi Lingkungan (sesuaikan alat)
 - a. Siapkan Alat Thermohygrometer;
 - b. Catat suhu dan kelembaban awal kerja;
 - c. Catat Suhu dan Kelembaban Akhir Kerja;
5. Pengujian Kinerja
 - a. Aktifkan media kalibrasi dengan menekan tombol *power on* sesuai Instruksi Kerja Alat (*Transparent Bath Circulator*) dan Termometer Standar (*Handheld Thermometer*). Atur suhu bak media kalibrasi pada suhu 35°C;
 - b. Celupkan termometer reference/standar. Biarkan sampai suhu pada bak media kalibrasi stabil (pada kisaran suhu $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$);
 - c. Celupkan termometer klinik pada posisi tegak lurus ke dalam media kalibrasi seperti gambar dibawah , biarkan selama beberapa saat hingga terdengar bunyi "bep" panjang tanda suhu maximal sudah terekam dan keluarkan termometer yang diukur dari bak media. Baca penunjukan angka pada termometer klinik dan Termometer standar dan catat pada lembar kerja.



Gambar 4 Set-up Kalibrasi thermometer klinik

- d. Ulangi langkah (c) tersebut sebanyak minimal 5 kali pengulangan;
- e. Naikan kembali temperatur pada suhu 37°C, 39°C dan 41°C. Biarkan sampai suhu pada bak media kalibrasi stabil (pada kisaran suhu $\pm 0.02^\circ\text{C}$).
- f. Ulangi langkah (c) dan (d) pada tiap titik pengukuran
- g. Setelah selesai, matikan semua peralatan dan keluarkan termometer klinik yang dikalibrasi.
- h. Bersihkan Digital Thermometer klinik dengan cairan alkohol
- i. Lakukan analisis untuk mendapatkan nilai kesalahan dan nilai ketidakpastian.

Sub Pokok Bahasan 9. Perhitungan dan Analisa Ketidakpastian

Pengukuran

1. Evaluasi perhitungan dan Analisa ketidakpastian

Mengacu pada MI.1.Perhitungan dan Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran

- a. Model matematis perhitungan suhu untuk mengkalibrasi thermometer dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$E = t_{alat} - t_{std}$$

$$U_E^2 = U_{t_{alat}}^2 + U_{t_{std}}^2 + U_{Stabilitas}^2 + U_{keseragaman}^2 + U_{repeatability}^2 + U_{Drift}^2$$

Dimana :

E = nilai kesalahan alat

$t_{Standar}$ = penunjukan pada standar *Thermometer standar terkoreksi*

t_{Alat} = penunjukan pada *Thermometer yang di test*

b. Analisa Perhitungan ketidakpastian

1) Sumber-sumber ketidakpastian pengukuran

Tipe A

- (a) Pengamatan berulang suhu oleh standar
- (b) Koefisien sensitifitasnya adalah 1
- (c) Derajat kebebasan untuk lima kali pengukuran = 4

Tipe B

- (a) Nilai ketidakpastian Standar berdasarkan sertifikat kalibrasinya.
- (b) Resolusi standar
- (c) Drift Standar
- (d) Ketidakpastian dari Homogenitas suhu chamber, u_{Hom}

$$u_{Hom} = \frac{\text{Homogenitas chamber}}{\sqrt{3}}$$

$$Koeff(c_i) = 1$$

$$\text{Derajat kebebasan } (\nu) = \frac{1}{2} \left(\frac{R}{100} \right)^{-2}$$

Dimana :

R = reliability yaitu tingkat keraguan (R %) terhadap laboratorium yang melakukan kalibrasi dari standard yang digunakan.

- 2) Koefisien sensitifitasnya didapatkan dari model matematis diatas, dimana model matematis tersebut mempunyai nilai turunan pertama yaitu 1
- 3) Derajat kebebasan pada masing-masing sumber ketidakpastian Tipe B dengan ditentukan nilai reliabilitasnya 10 adalah = 50.
- 4) Menghitung ketidakpastian gabungan, derajat kebebasan efektif dan ketidakpastian bentangan

Tabel 1: *Uncertainty Budget*

No	Komponen	Distribusi	U	Pemba gi	ν_i	U_i
1.	Repeatability	Rectangular	U_{repeat}	1	n-1	U_{repeat}
2.	Resolusi (jika alat digital)	Rectangular	$U_{resolusi}$	$\sqrt{3}$	$0.5 \times \left(\frac{100}{R} \right)^2$	$\frac{0.5 \times U_{res}}{\sqrt{3}}$

	Daya Baca Operator (jika alat analog)	Rectangular	U_{dbo}	$\sqrt{3}$	$0.5 \times \left(\frac{100}{R}\right)^2$	$\frac{0.5 \times U_{dbo}}{\sqrt{3}}$
3	Keseragaman	Rectangular	$U_{keseragaman}$	$\sqrt{3}$	$0.5 \times \left(\frac{100}{R}\right)^2$	$\frac{U_{keseragaman}}{\sqrt{3}}$
4.	Stabilitas	Rectangular	$U_{stabilitas}$	$\sqrt{3}$	$0.5 \times \left(\frac{100}{R}\right)^2$	$\frac{U_{stabilitas}}{\sqrt{3}}$
5.	Drift standard	Rectangular	$U_{drift\ std}$	$\sqrt{3}$	$0.5 \times \left(\frac{100}{R}\right)^2$	$\frac{U_{drift\ std}}{\sqrt{3}}$
6.	Sertifikat Standar	Normal	$U_{sertifikat\ std}$	k	$0.5 \times \left(\frac{100}{R}\right)^2$	$\frac{U_{sertifikat\ std}}{k}$

2. Nilai ambang batas dan nilai penyimpangan (toleransi) yang diizinkan

Tabel 2: Toleransi

No.	Parameter	Toleransi
1.	Akurasi Suhu :	
	a) 35 s.d 37°C	$\pm 0,1^\circ\text{C}$
	b) 38 s.d 39°C	$\pm 0,2^\circ\text{C}$
	c) 40 s.d 42°C	$\pm 0,3^\circ\text{C}$

Sub Pokok Bahasan 10: Telaah Teknis

Lakukan Telaah teknis dan Kesimpulan Telaah teknis hasil pengujian dan kalibrasi alat thermometr dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Lakukan telaah teknis berdasarkan kondisi fisik dan fungsi alat
2. Lakukan telaah teknis pengujian kinerja berdasarkan Prosedur Pernyataan Kesesuaian dengan penjelasan sebagai berikut :

Pengukuran Kinerja :

- a. $\geq 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah memenuhi persyaratan

- b. $< 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah tidak memenuhi persyaratan

Tabel 3. Telaah teknis

Parameter Kinerja	Telaah teknis pengujian kinerja
Seluruh Parameter Kinerja masuk dalam batas toleransi	Memenuhi Persyaratan
Salah satu Parameter Kinerja diluar batas toleransi	Tidak Memenuhi Persyaratan

3. Batas Koreksi atau kesalahan relatif dan Ketidakpastian
 Harga mutlak nilai koreksi ditambah dengan harga mutlak nilai ketidakpastian pengukuran adalah lebih kecil/sama dengan nilai toleransi ($|C| + |U| \leq \text{toleransi}$).

Sub Pokok bahasan 11. Kesimpulan

- Pernyataan kesesuaian diberikan dengan bobot perhitungan sebagai berikut:
 - Hasil pemeriksaan fisik dan fungsi memberikan kontribusi 10 % dari pernyataan
 - Hasil pengukuran atau uji kinerja memberikan kontribusi 90 % dari pernyataan
- Pernyataan akhir dari kesesuaian dinyatakan dengan LAIK PAKAI dan ketidaksesuaian dinyatakan dengan TIDAK LAIK PAKAI.
- Pernyataan LAIK PAKAI diberikan bila hasil atau skor akhir sama dengan atau melampaui 70 % dan pernyataan TIDAK LAIK PAKAI bila hasil atau skor akhir dibawah 70 %
- Tempelkan label hijau jika alat dinyatakan laik pakai dan label merah jika alat dinyatakan tidak laik pakai.

VIII. REFERENSI

- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, 2015
- ISO SNI 17025
- KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016
- OIML R115, 1995(E): *Clinical Electrical Thermometers with Maximum Device*
- Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan; Metode Kerja Nomor 050
- Prosedur Operasional Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan

IX. LAMPIRAN

1. Panduan Simulasi
2. *Checklist* Simulasi
3. Panduan Pengisian Lembar Kerja
4. Lembar Kerja

Lampiran I**PANDUAN SIMULASI****Materi Inti 4- Pengujian dan Kalibrasi Alat Thermometer Klinik****Tujuan:**

Setelah mengikuti simulasi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi alat thermometer klinik.

Petunjuk:

1. Pelatih/Fasilitator membagi peserta menjadi 2 kelompok, Masing-masing kelompok *skill station* terdiri atas @10 peserta 1 instruktur sebagai pembimbing;
2. Masing-masing kelompok memilih ketua, sekretaris dan penyaji. (5 menit)
3. Pelatih/Fasilitator mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan simulasi *skill station*.
4. Setiap peserta dalam kelompok masing-masing diberi kesempatan untuk melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan thermometer klinik dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat thermometer klinik, meliputi: (90 menit)
 - a. cara pemeriksaan fisik dan fungsi thermometer klinik;
 - b. cara pengukuran kinerja thermometer klinik;
 - c. cara mengisi lembar kerja pengujian kalibrasi alat thermometer klinik.
5. Instruktur memberikan penilaian terhadap simulasi yang dilakukan peserta di dalam kelompok masing-masing dengan menggunakan checklist yang telah disiapkan.
6. Tiap kelompok mempresentasikan cara pengujian dan kalibrasi alat thermometer klinik. Peserta dari kelompok lain dapat memberikan pertanyaan ataupun tanggapan. (2 x 15 menit = 30 menit)
7. Pelatih/Fasilitator memberikan klarifikasi dan merangkum hasil seluruh proses simulasi yang dilakukan oleh peserta. (10 menit)

Waktu: 5 Jpl x 45 menit = 225 menit

LAMPIRAN II**PENILAIAN PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN THERMOMETER KLINIK**

NAMA PESERTA :

ASAL INSTANSI :

NO ABSEN :

NO.	KRITERIA UNJUK KERJA	KRITERIA UNJUK KERJA			
		0	1	2	3
1.	Menyiapkan Pelaksanaan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan thermometer klinik : a. Menyipakan Alat kesehatan thermometer klinik sesuai Metode Kerja. b. Menyiapkan Lembar Kerja sesuai dengan alat yang akan diuji dan dikalibrasi. c. Menyipakan Alat ukur disiapkan sesuai Standar Prosedur Operasional alat ukur.				
2.	Melaksanakan pendataan administrasi, pendataan alat kesehatan thermometer klinik dan pendataan alat ukur yang digunakan a. Seluruh data administrasi pada Lembar Kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi pemilik, alamat, no. order, no. telepon. b. Kolom isian data alat kesehatan thermometer klinik pada Lembar Kerja terisi				

	dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, lokasi alat dan lokasi kalibrasi. c. Kolom isian data alat ukur yang digunakan pada Lembar Kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, dan berlaku kalibrasi.				
3.	Melakukan pengukuran kondisi lingkungan meliputi : a. Tata cara pengambilan data pengukuran suhu dan kelembaban ruangan dengan menggunakan alat ukur dengan benar sesuai Metode Kerja b. Melakukan pencatatan hasil pengukuran pada lembar kerja secara benar sesuai Lembar Kerja.				
4.	Melakukan pemeriksaan fisik dan fungsi alat thermometer klinik a. Pemeriksaan fisik alat kesehatan thermometer klinik sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada Lembar Kerja. b. Pemeriksaan fungsi peralatan sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada Lembar Kerja.				
5	Melakukan Pengukuran kinerja : a. Tata cara pengukuran kinerja dilaksanakan secara berurutan sesuai Metode Pengujian dan Kalibrasi alat				

	kesehatan thermometer klinik. b. Tata Cara Pengujian parameter kalibrasi dicatat pada Lembar Kerja dan benar sesuai dengan Metode Pengujian dan Kalibrasi. c. Tata cara penggunaan Alat ukur dilakukan sesuai Standar Prosedur Operasional (SPO).				
6	Melakukan perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran a. Kolom pengambilan data pada Lembar Kerja terisi secara lengkap. b. Pemindahan data dari Lembar Kerja ke <i>software</i> perhitungan ketidakpastian pengukuran lengkap dan benar. c. Penentuan Budget ketidakpastian pengukuran benar sesuai metode kerja.				
8	Melakukan telaah teknis, kesimpulan hasil kalibrasi, saran kalibrasi a. Telaah teknis dilakukan secara benar mengacu nilai ambang batas keselamatan listrik dan batas toleransi yang diizinkan pada Metode Kerja. b. Penetapan kesimpulan laik pakai atau tidak laik pakai sesuai Metode Kerja.				
SKOR NILAI = $\frac{\sum \text{SKOR}}{18} \times 100\%$					

Penguji,

(.....)

Keterangan :

0. Tidak melakukan tindakan dengan benar
1. Melakukan tapi tidak sesuai dengan prosedur
2. Melakukan sesuai dengan prosedur tapi kurang baik
3. Melakukan sesuai dengan prosedur dengan baik dan benar

Lampiran III

**PANDUAN PENGISIAN LEMBAR KERJA
DAN PEMBUATAN LAPORAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI THERMOMETER KLINIK**

Fasilitator menyampaikan di depan peserta pelatihan dengan menjelaskan cara pengisian lembar kerja sampai kepada pembuatan laporan pengujian dan kalibrasi alat Thermometer klinik.

1. Peserta mengisi lembar kerja (*Hard copy*) pengujian kalibrasi Thermometer klinik yang sudah disediakan setelah melakukan praktek pengujian kalibrasi alat Thermometer klinik;
2. Peserta mengisi data administrasi pada lembar kerja;
3. Peserta mengisi daftar alat ukur yang digunakan untuk pengujian dan kalibrasi Thermometer klinik;
4. Peserta mengisi pemeriksaan fisik dan fungsi alat Thermometer klinik dengan cara memberi tanda $\checkmark$ pada kolom yang tersedia;
5. Peserta melakukan pengambilan data pengukuran kinerja sebanyak 5 kali, dan hasil pengukuran direkam pada lembar kerja. Nilai yang direkam sesuai dengan nilai yang ditampilkan oleh alat ukur;
6. Peserta melakukan tabulasi data pengujian kalibrasi dari lembar kerja (*hard copy*) ke dalam format excell yang telah disediakan.

LAMPIRAN IV**Lembar Kerja****Materi Inti 4 - Pengujian dan Kalibrasi Thermometer Klinik**

LOGO	INSTITUSI
-------------	------------------

LEMBAR KERJA KALIBRASI THERMOMETER KLINIK**A. PENDATAAN ADMINISTRASI**

- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1. Merk : | 4. Nomor Order : |
| 2. Type/Model : | 5. Tempat Kalibrasi : |
| 3. Nomor Seri : | 6. Tanggal Kalibrasi : |

B. PENGUKURAN KONDISI LINGKUNGAN

No	PARAMETER	TERUKUR		KETERANGAN
1.	Temperatur Ruangan	Awal : °C	Akhir : °C	
2.	Kelembaban Ruangan	Awal : %	Akhir : %	

C. DAFTAR ALAT UKUR DAN ALAT BANTU

No	Nama Alat	Merk	Type / Model	No. Seri
1.	Digital Thermometer Standard			
2.	Micro Bath			
3.	Thermohygrometer			

D. KEGIATAN KALIBRASI

Set Point : (°C)

No	Pembacaan UUT(°C)	Pembacaan Standard (°C)
1		
2		
3		
4		
5		

Set Point : (°C)

No	Pembacaan UUT(°C)	Pembacaan Standard (°C)
1		
2		
3		
4		
5		

Set Point : (°C)

No	Pembacaan UUT(°C)	Pembacaan Standard (°C)
1		
2		
3		
4		
5		

Set Point : (°C)

No	Pembacaan UUT(°C)	Pembacaan Standard (°C)
1		
2		
3		
4		
5		

Set Point : (°C)

No	Pembacaan UUT(°C)	Pembacaan Standard (°C)
1		
2		
3		
4		
5		

Set Point : (°C)

No	Pembacaan UUT(°C)	Pembacaan Standard (°C)
1		
2		
3		
4		
5		

E. KESIMPULAN TELAAH TEKNIS KALIBRASI

Berdasarkan data pengamatan, alat kesehatan tersebut diatas dinyatakan :	LAIK PAKAI / LULUS KALIBRASI	TIDAK LAIK PAKAI / TIDAK LULUS KALIBRASI
--	------------------------------	--

	Nama	Paraf
Petugas Pelaksana Kalibrasi		

perpustakaan.kemkes.go.id



MATERI INTI 5

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT SPHYGMOMANOMETER



**MODUL PELATIHAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN *LOW RISK***

perpustakaan.kemkes.go.id

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
I. DESKRIPSI SINGKAT.....	1
II. TUJUAN PEMBELAJARAN	1
A. Tujuan Pembelajaran Umum.....	1
B. Tujuan Pembelajaran Khusus	1
III. POKOK BAHASAN	2
IV. METODE PEMBELAJARAN	2
V. MEDIA DAN ALAT BANTU	2
VI. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	3
VII. URAIAN MATERI	4
A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat <i>Sphygmomanometer</i>	4
B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat <i>Sphygmomanometer</i> .	5
C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Kerja Alat <i>Sphygmomanometer</i>	6
VIII. REFERENSI	15
IX. LAMPIRAN	16

perpustakaan.kemkes.go.id

MATERI INTI 5

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT SPHYGMOMANOMETER

I. DESKRIPSI SINGKAT

Peralatan kesehatan merupakan salah satu fasilitas yang memegang peranan penting dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan masyarakat. Pelayanan kesehatan yang berkesinambungan perlu didukung dengan peralatan yang selalu dalam kondisi laik pakai. Peralatan kesehatan laik pakai dapat dipenuhi dengan melakukan pengujian/kalibrasi secara periodik dan terencana.

Pengujian dan atau Kalibrasi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara periodik dan terencana. Tujuannya agar alat kesehatan dapat dimanfaatkan secara optimal (*utility*) dan laik pakai yaitu aman (*safe*) dan tepat (*accurate*).

Manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan sangat dibutuhkan untuk pengelolaan peralatan kesehatan karena berkaitan dengan keamanan, ketepatan dan pembiayaan. Didalam melakukan manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dibidangnya. Untuk meningkatkan kompetensi sumberdaya manusia dilakukan upaya pelatihan yang komprehensif dan berkesinambungan.

Ada ratusan jenis alat kesehatan yang beredar di Indonesia, namun pada pelatihan ini diharapkan peserta mampu melakukan tatalaksana pengujian dan kalibrasi 7 alat kesehatan *level low risk*. Hal yang perlu diketahui oleh peserta pelatihan mengenai pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *level low risk* mulai dari menjelaskan prinsip kerja alat, mengoperasikan alat, mengoperasikan alat ukur pengujian dan kalibrasi, melakukan pengujian dan kalibrasi dan melakukan evaluasi ketidakpastian pengukuran hasil pengujian dan kalibrasi alat.

Hal yang akan dibahas dalam pelatihan ini yaitu:

II. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mengikuti materi ini, peserta mampu melakukan Pengujian dan Kalibrasi *Sphygmomanometer* non otomatis.

B. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mengikuti materi, peserta mampu:

1. Menjelaskan prinsip kerja alat *sphygmomanometer*;
2. Mengoperasikan alat *sphygmomanometer*;
3. Melakukan pengujian dan kalibrasi alat *sphygmomanometer*.

III. POKOK BAHASAN

Dalam modul ini akan dibahas pokok bahasan dan sub pokok bahasan sebagai berikut:

- A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat *Sphygmomanometer*
- B. PokokBahasan 2. Pengoperasian Alat *Sphygmomanometer*
- C. PokokBahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Alat *Sphygmomanometer*

Pengujian dan kalibrasi alat *Sphygmomanometer* meliputi :

1. Tujuan;
2. Ruang lingkup;
3. Referensi yang digunakan;
4. Alat ukur yang digunakan;
5. Standar Prosedur Operasional (SPO) alat ukur;
6. Kondisi lingkungan;
7. Pemeriksaan fisik dan fungsi;
8. Pengukuran kinerja;
9. Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran;
10. Telaah teknis;
11. Kesimpulan.

IV. METODE PEMBELAJARAN

1. Curah pendapat
2. Ceramah tanya jawab
3. Diskusi kelompok
4. Simulasi

V. MEDIA DAN ALAT BANTU

1. Bahan tayang;
2. Modul Pelatihan;
3. Laptop;
4. LCD projector;
5. Spidol dan flipchart;
6. *Sphygmomanometer*;
7. Manometer acuan;
8. Stopwatch;
9. Masker;
10. Sarung tangan;
11. Lembar Kerja;
12. Panduan Praktikum;

VI. **LANGKAH – LANGKAH PEMBELAJARAN**

Berikut disampaikan langkah-langkah kegiatan dalam proses pembelajaran materi ini:

Langkah 1. Pengkondisian

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyapa peserta dengan ramah dan hangat. Apabila belum pernah menyampaikan sesi di kelas, mulailah dengan pengenalan. Perkenalkan diri dengan menyebutkan nama lengkap, instansi tempat bekerja dan materi yang akan disampaikan.
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.

Langkah 2. Penyampaian Materi

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyampaikan paparan seluruh materi sesuai urutan pokok bahasan dan sub pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.
2. Materi pokok bahasan disampaikan dengan urutan sebagai berikut: Persiapan ruangan dan peralatan dalam kondisi siap pakai .
3. Materi disampaikan dengan metode curah pendapat dan ceramah tanya jawab.

Langkah 3. Penugasan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator membagi peserta dalam 6 kelompok dan meminta mereka untuk berdiskusi dalam kelompok masing-masing dengan tema diskusi yang telah ditentukan.
2. Hasil diskusi dituliskan dalam *flipchart* atau bahan tayang.
3. Tugas yang kedua yaitu simulasi dengan tema yang telah ditentukan yaitu sama dengan tema dalam diskusi kelompok.
4. Satu kelompok melakukan simulasi di depan kelas, kelompok yang lain memperhatikan, bergantian sampai semua kelompok mendapatkan giliran dan di akhir sesi dapat menanyakan hal yang kurang jelas.
5. Dibuat rangkuman hasil simulasi yang telah dilakukan oleh semua kelompok.
6. Tugas yang ketiga yaitu praktek di dalam kelas.
7. Hasil praktik dituliskan dalam *flipchart* atau bahan tayang dan dibuat rangkuman

Langkah 4. Presentasi

Langkah pembelajaran:

1. Masing – masing kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi didepan teman yang lain dan fasilitator, kemudian kelompok yang lain memberikan tanggapan.
2. Fasilitator memberikan umpan balik dan mengarahkan hasil diskusi sesuai tujuan pembelajaran.

Langkah 5. Rangkuman dan Kesimpulan

Langkah pembelajaran:

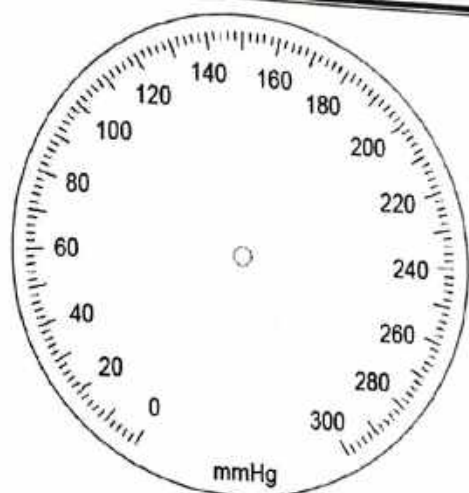
1. Fasilitator melakukan evaluasi untuk mengetahui penyerapan peserta terhadap materi yang disampaikan dan pencapaian tujuan pembelajaran.
2. Fasilitator merangkum poin-poin penting dari materi yang disampaikan.
3. Fasilitator membuat kesimpulan.
4. Fasilitator memberikan apresiasi pada peserta, dan menutup proses pembelajaran dengan mengucapkan terimakasih.

VII. URAIAN MATERI**A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat Sphygmomanometer**

Sub Pokok Bahasan: -

Sphygmomanometer termasuk alat kesehatan kategori *low risk* berdasarkan permenkes 54 tahun 2015. *Sphygmomanometer* memiliki fungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengukur tekanan darah yang bekerja secara manual maupun otomatis, dalam memompakan maupun mengurangi tekanan pada manset dengan system *non invasive*.

Dalam pengukuran darah, terdapat 2 macam tekanan darah, yaitu *systolic* (batas atas) dan *diastolic* (batas bawah). Tekanan *systolic* normal sebesar 90 s/d 120 mmHg, sedangkan tekanan *diastolic* normal sebesar 60 s/d 80 mmHg.



Gambar 1. Contoh skala manometer aneroid (dalam mmHg)

Bagian dari *sphygmomanometer*, yaitu:

1. Manset (*cuff*)
2. balon pompa (*bulb*)
3. selang dan tabung
4. katup pembuangan (*air valve*)
5. manometer

B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat *Sphygmomanometer*

Sub Pokok Bahasan: -

Penggunaan *Sphygmomanometer* harus berdasarkan prosedur yang baik dan benar sehingga didapat hasil yang optimal. Contoh umum dari SOP *Sphygmomanometer* sebagai berikut :

1. Pastikan semua sisa udara yang masih terdapat di dalam *bladder* pada manset sisa pemeriksaan sebelumnya sudah habis dikeluarkan dengan cara menekan-nekannya. Bila masih ada sisa udara maka hasil yang didapatkan akan menjadi kurang tepat.
2. Lilitkan manset pada lengan atas dengan menggunakan manset yang sesuai dengan ukuran lingkar lengan atas pasien. *Sphygmomanometer* yang bermutu tinggi akan memiliki acuan atau petunjuk *arm circumference* pada mansetnya yang dapat dimanfaatkan oleh pemeriksa untuk melihat apakah manset yang digunakan sudah tepat atau harus diganti dengan yang lebih besar atau lebih kecil.

Ukuran manset:

Manset dewasa kecil 17-25 cm

Manset dewasa standar 23-33 cm

Manset dewasa besar 31-40 cm

Manset untuk diletakkan pada paha 38-50 cm

Bila salah menggunakan manset maka hasil yang didapatkan bisa salah.

3. Saat memasang manset, juga harus diperhatikan *artery marking* atau garis tanda arteri yang dicetak pada manset. Garis tanda arteri ini harus diletakkan pada *vossacubiti* atau lipat dalam siku saat pemasangan manset.
4. Kunci *air valve* atau katup udara dengan kencang.
5. Letakkan *chest piece* stethoscope *proximal* pada *vossacubiti* (biasanya sedikit dibawah manset).
6. Pompa *bulb* sampai keadaan nadi yang ada pada *distal* dari pemasangan manset (bila di lengan biasanya *vena radialis* yang diperiksa) sudah tidak teraba lagi, pertanda tekanan sudah melewati tekanan *systolic* dari pasien.
7. Lepaskan tekanan dengan memutar *air valve* berlawanan arah dengan jarum jam dengan kecepatan ± 5 mmHg per detik. Jangan terlalu cepat melepaskannya, karena degupan awal pertanda tekanan *systolic* pasien akan terlewat atau tidak terdengar sehingga pembacaan tekanan *systolic* pasien akan terbaca lebih rendah dari sebenarnya.
8. Bacalah hasil tekanan darah pasien dengan satuan sampai 5 mmHg. Jangan membulatkan kepuluhan terdekat, tapi bulatkanlah ke kelipatan 5 terdekat.

C. Pokok Bahasan 3: Pengujian dan Kalibrasi Alat

Sphygmomanometer

Sub Pokok Bahasan 1: Tujuan

Modul ini bertujuan untuk melakukan pengujian *Sphygmomanometer* disebut (UUT) dengan cara melakukan pengamatan fisik, fungsi dan kinerja alat.

Sub Pokok Bahasan 2: Ruang Lingkup

Modul ini dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan/ atau kalibrasi *Sphygmomanometer* dengan lingkup sebagai berikut :

1. Pengujian :
 - a. Pemeriksaan fisik
 - b. Pengujian fungsi
 - c. Pengujian kebocoran
 - d. Pengujian laju buang cepat
2. Kalibrasi :
 - a. Akurasi tekanan

Sub Pokok Bahasan3: Referensi yang Digunakan

1. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, 2015
2. KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016
3. SNI ISO 81060-1 : 2009, Tensimeter Non-Invasive, Bagian 1 : Persyaratan dan Metode Uji untuk Tipe Pengukuran Non-Otomatis
4. DKD-R 6-1, *Calibration of Pressure Gauges*
5. ECRI 424-20010301, *Inspection and Preventive Maintenance, Sphygmomanometer*
6. OIML R 16-1: 2002 *Non-Invasive Mechanical Sphygmomanometers*
7. Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan; MK No. 042

Sub Pokok Bahasan 4: Alat Ukur yang Digunakan

1. *Manometer* acuan terkalibrasi dengan kesalahan kurang dari 0,8 mmHg
2. *Three way*
3. 500 ml *rigid* silinder
4. *Stopwatch*

Sub Pokok Bahasan 5: Standar Prosedur Operasional Alat Ukur

1. *Manometer* acuan



Gambar 1. Contoh Manometer Acuan

Cara Pengoperasian *Manometer* acuan:

- Siapkan peralatan dan aksesoris *accessories* *Manometer* acuan.
- Tekan tombol *ON* untuk menghidupkan alat.
- Tunggu beberapa saat sampai alat selesai inialisasi.
- Tentukan mode penggunaan *Manometer* acuan.
- Tekan tombol unit untuk memilih satuan pengukuran (satuan tekanan mmHg).
- Tekan tombol *zero* setiap kali akan melakukan pengukuran.
- Tekan tombol *Off* untuk mematikan alat Digital Pressure Meter
- Rapikan peralatan dan accessories Digital Pressure Meter bila telah selesai digunakan.

2. *Thermohygrometer*

Cara Pengoperasian:



Gambar 2 thermohygrometer

- Siapkan Thermo-Hygrometer (TH).
- Masukkan battrey AA 1,5 Vdc, maka (TH) akan "On"
- Letakan (TH) pada posisi yang kita tentukan.
- Penempatan sensor suhu dapat dipindah-pindah sesuai kebutuhan.
- Tekan tombol "Func" untuk mengetahui suhu "Max dan Min" dan tombol "Reset" untuk me-reset (TH).

Sub Pokok Bahasan 6: Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan pengujian dan kalibrasi alat sphygmomnometer adalah

- Suhu ruang : 10 °C sampai dengan 40 °C¹

¹SNI ISO 81060-1 : 2009

2. Kelembaban : 15 % RH sampai dengan 85 % RH¹

Sub Pokok Bahasan 7: Pemeriksaan Fisik dan Fungsi

1. Badan dan permukaan: Periksa bagian luar dan kondisi kebersihan fisik secara menyeluruh, selungkup masih utuh, kaca manometer tidak ada yang retak, terpasang dengan kencang satu dengan yang lainnya dan tidak ada bekas tertimpa cairan ataupun gangguan lainnya. Pastikan tidak ada kerusakan fisik dan *sphygmomanometer* berada pada tempat dimana alat itu selayaknya digunakan.
2. Balon Tensi, manometer, Selang: Periksa kondisi manometer, selang, dan balon pompa. Pastikan tidak ada yang retak, bocor, tertekuk, maupun kotor.
3. Gauge: Pastikan penunjukkan gauge bergerak turun secara lembut dan perlahan.
4. Indikator: Pastikan tanda meter maupun skala dalam keadaan bersih dan mudah dilihat dan kaca penutup pada *sphygmomanometer* masih dalam keadaan utuh.
5. Konektor: Periksa dan pastikan semua kondisi konektor dalam keadaan baik.
6. Label: Periksa apa ada label, plakat, stiker, atau kartu instruksi manual tersedia dan terbaca.
7. Manset: Periksa ukuran manset sesuai dengan karakteristik pasien tersedia dan berada tidak jauh dari *sphygmomanometer* berada, misalnya di *nurse station*. Pastikan semua manset dalam kondisi bagus, bersih, dan tidak sobek.
8. Pengaturan titik 0: Pastikan manset tidak ada tekanan, maka *gauge* harus berada di titik 0 (± 1 mmHg). Apabila jarum tidak pada posisi 0 mmHg, maka ganti atau perbaiki *Gauge*.

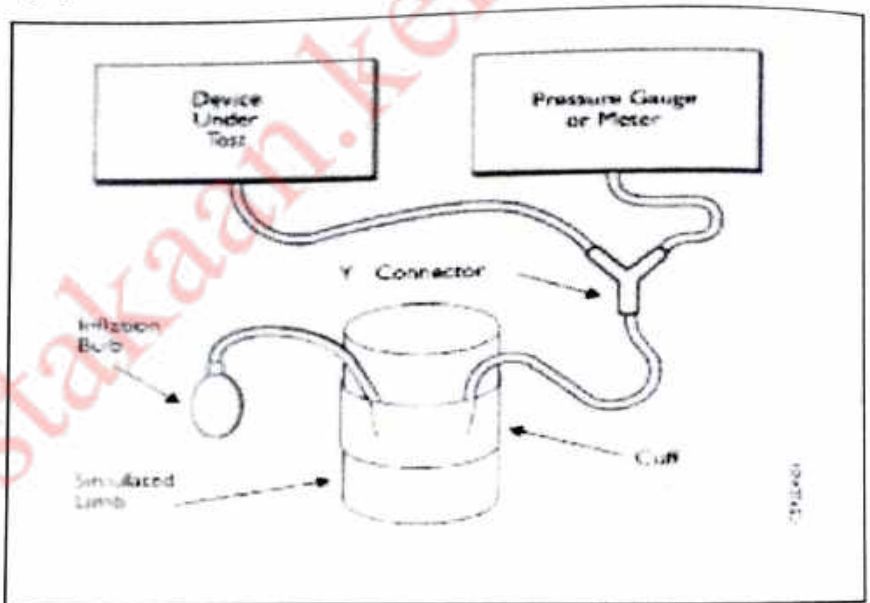
Sub Pokok Bahasan 8: Pengukuran Kinerja

1. prosedur pengujian dan/atau kalibrasi
 - a. Persiapan dokumen
 - (1) Metode kerja
 - (2) Instruksi kerja
 - (3) Lembar Kerja
 - (4) Label
 - b. Persiapan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - (1) Siapkan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - (2) Periksa kelengkapan aksesori
 - (3) Persiapan Alat Uji/Kalibrasi
 - (4) Siapkan alat ukur Manometer Acuan / *Pressure Meter*
 - (5) Siapkan *thermohygrometer*

- (6) Siapkan *Stopwatch*
- (7) Siapkan alat bantu
- c. Pendataan Administrasi alat yang diuji/kalibrasi di lembar kerja yang minimal terdiri dari:
 - (1) Catat identitas penguji
 - (2) Catat nama alat
 - (3) Catat merek
 - (4) Catat model
 - (5) Catat nomor seri
 - (6) Catat ruangan
 - (7) Catat tanggal pelaksanaan
 - (8) Catat identitas Fasyankes/pelanggan
 - (9) Pengukuran Kondisi Lingkungan
 - (10) Siapkan & Hidupkan *Thermohygrometer*
 - (11) Catat suhu & kelembaban awal kerja
 - (12) Catat Suhu & Kelembaban Akhir Kerja

2. Pengujian kinerja

a. Pengujian Kebocoran Tekanan



Gambar 3 Instalasi Kalibrasi Sphygmomanometer untuk Tes Kebocoran

b. Lakukan instalasi seperti gambar3.

1. Berikan tekanan 50 mmHg kemudian baca penunjukan penurunan tekanan selama lima menit, maksimum 4 mmHg/menit.
2. Ulangi langkah ii pada tekanan 100, 150, 200 dan 250 mmHg.
3. Catat hasil pengukurannya pada lembar kerja.

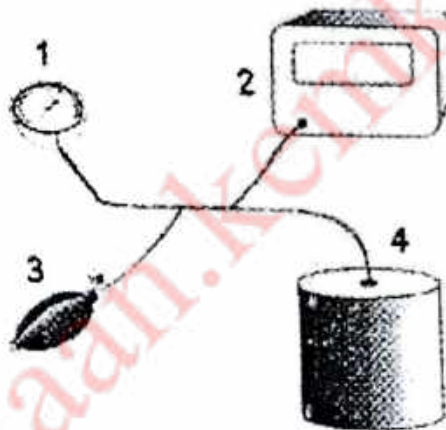
c. Laju Buang Cepat

Selama pembuangan cepat, sistem pneumatik dengan katup pompa terbuka penuh. Waktu untuk pengurangan tekan dari 260 mmHg sampai dengan 15 mmHg tidak boleh melebihi 10 detik

Periksa kesesuaian dengan cara uji berikut :

1. Ganti manset dengan Bejana logam keras, dengan volume 500 ml $\pm 5\%$
2. Berikan tekanan sampai dengan 260 mmHg
3. Buka katup buangan pada balon pemompa secara maksimal bersamaan dengan tombol mulai pada alat pengukur waktu
4. Catat waktu yang dibutuhkan untuk membuang tekanan dari 260 mmHg ke 15 mmHg,
5. Nilai waktu buang cepat tidak boleh lebih dari 10 detik

d. Kalibrasi Akurasi Tekanan.



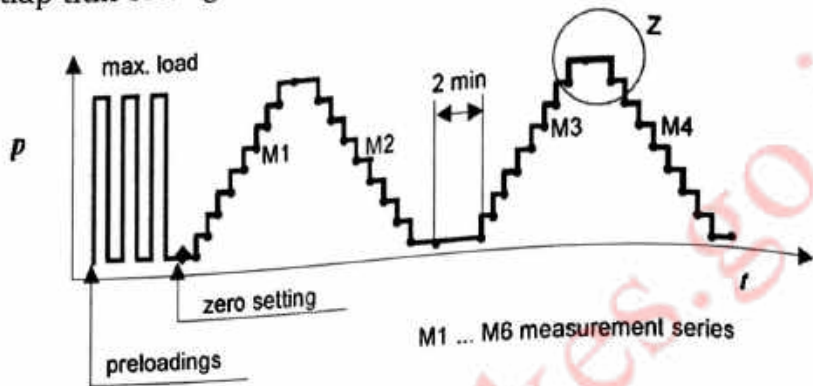
Keterangan:

- 1 Manometer acuan terkalibrasi dengan kesalahan maksimum 0,8 mmHg (0,1 kPa)
- 2 Tensimeter non-otomatis yang diuji
- 3 Katup logam kaku dengan kapasitas 500 ml $\pm 5\%$
- 4 Pembangkit tekanan.

Gambar 4 Instalasi Kalibrasi Sphygmomanometer untuk Tes Akurasi

1. Lilitkan manset pada rigid cylinder
2. Tentukan titik pengukuran pada 0 mmHg, 50 mmHg, 100 mmHg, 150 mmHg, 200 mmHg dan 250 mmHg.
3. Berikan tekanan 0 mmHg pada *sphygmomanometer* lalu catat nilai penunjukan pada display manometer acuan dalam lembar kerja.
4. Beri tekanan 50 mmHg pada *sphygmomanometer*.
5. Pastikan jarum manometer stabil.
6. Catat nilai penunjukan *sphygmomanometer* dan nilai yang terukur pada manometer acuan pada lembar kerja.

7. Ulangi langkah (4) dan (5) untuk titik setting lainnya sampai nilai 250 mmHg.
8. Kurangi tekanan dari nilai 250 mmHg secara bertahap sesuai titik setting yang telah ditentukan.
9. Ulangi langkah (5) dan (6).
10. Ulangi pengukuran agar diperoleh 3 data naik dan turun untuk tiap titik setting.



Gambar 6. Prosedur Pengambilan Data Akurasi Tekanan

Sub Pokok Bahasan 9: Perhitungan dan Analisa Ketidakpastian Pengukuran

1. Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran

- a. Analisa Data & Perhitungan ketidakpastian

Mengacu pada MK Perhitungan dan Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran Nomor MK 002-18, Metode Kerja Pengujian dan kalibrasi Alat Kesehatan, Keputusan Dirjen Yankes No. HK.02.02/V/5771/2018.

- (1) Kalibrasi Akurasi Tekanan (mmHg)

Metode kalibrasi adalah *direct calibration* (kalibrasi langsung), STANDAR dan UUT dihubungkan secara langsung.

- (a) Model Matematis

$$C = P_{std} - P_{uut}$$

C : Nilai koreksi pada UUT

P_{std} : Nilai pembacaan tekanan yang terukur pada standard

P_{uut} : Nilai pembacaan tekanan yang ditampilkan oleh UUT

- (b) Analisa Perhitungan ketidakpastian

- 1) Sumber-sumber ketidakpastian pengukuran

Tipe A

- a) Pengamatan berulang
- b) Koefisien sensitifitasnya adalah 1
- c) Derajat kebebasan untuk enam kali pengukuran = 5

Tipe B

- a) Nilai ketidakpastian Standar berdasarkan sertifikat kalibrasinya.
- b) Resolusi UUT
- c) Drift Standar
- 2) Koefisien sensitifitasnya didapatkan dari model matematis diatas, dimana model matematis tersebut mempunya nilai turunan pertama yaitu 1
- 3) Derajat kebebasan pada masing-masing sumber ketidakpastian Tipe B dengan ditentukan nilai reliabilitasnya 10 adalah = 50.
- 4) Menghitung ketidakpastian gabungan, derajat kebebasan efektif dan ketidakpastian bentangan

Tabel 1. *Uncertainty Budget*

No.	Komponen	Distribusi	U	Pembagi	ui
1.	Pengukuran Berulang	Normal	∂	$\sqrt{n}$	$\frac{\partial}{\sqrt{n}}$
2.	Sertifikat Standar	Normal	USertif stand	k	$\frac{U_{Sertif stand}}{k}$
3.	Resolusi	Rectangular	Uresolusi	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{res}}{\sqrt{3}}$
4	Drift	Rectangular	Udrift	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{drift}}{\sqrt{3}}$

- b. Nilai ambang batas dan nilai penyimpangan (toleransi) yang diizinkan.

Evaluasi hasil pengujian kinerja

Tabel 2 : Nilai Toleransi untuk Tiap Parameter Pengujian Kinerja

1.	Nilai Kebocoran	≤ 4 mmHg/menit
2.	Laju Kebocoran	≤ 10 detik
3.	Nilai Akurasi	≤ 3 mmHg

Sub Pokok Bahasan 10: Telaah Teknis

Telaah teknis dan Kesimpulan Telaah teknis

1. Lakukan telaah teknis berdasarkan kondisi fisik dan fungsi alat
2. Lakukan telaah teknis pengujian kinerja berdasarkan Prosedur Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan Nomor PO.002-18 dengan penjelasan sebagai berikut :

Pengukuran Kinerja :

- a. $\geq 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah memenuhi persyaratan
- b. $< 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah tidak memenuhi persyaratan

Tabel 2. Telaah teknis

Parameter Kinerja	Telaah teknis pengujian kinerja
Seluruh Parameter Kinerja masuk dalam batas toleransi	Memenuhi Persyaratan
Salah satu Parameter Kinerja diluar batas toleransi	Tidak Memenuhi Persyaratan

3. Batas Koreksi atau kesalahan relatif dan Ketidakpastian
 Harga mutlak nilai koreksi ditambah dengan harga mutlak nilai ketidakpastian pengukuran adalah lebih kecil/sama dengan nilai toleransi ($|C| + |U| \leq \text{toleransi}$)

Sub Pokok Bahasan 11: Kesimpulan

1. Pernyataan kesesuaian diberikan dengan bobot perhitungan sebagai berikut :
 - a. Hasil pemeriksaan fisik dan fungsi memberikan kontribusi 10 % dari pernyataan
 - b. Hasil pengujian laju buang cepat memberikan kontribusi 20 % dari pernyataan
 - c. Hasil pengujian kebocoran tekanan memberikan kontribusi 20 % dari pernyataan
 - d. Hasil pengukuran atau uji kinerja memberikan kontribusi 50 % dari pernyataan
2. Pernyataan akhir dari kesesuaian dinyatakan dengan LAIK PAKAI dan ketidaksesuaian dinyatakan dengan TIDAK LAIK PAKAI.
3. Pernyataan LAIK PAKAI diberikan bila hasil atau skor akhir sama dengan atau melampaui 70 % dan pernyataan TIDAK LAIK PAKAI bila hasil atau skor akhir dibawah 70 %

4. Tempelkan label hijau jika alat dinyatakan laik pakai dan label merah jika alat dinyatakan tidak laik pakai.

VIII. REFERENSI

1. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang Pengujian dan kalibrasi alat kesehatan, 2015
2. KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016
3. SNI ISO 81060-1 : 2009, Tensimeter Non-Invasive, Bagian 1 : Persyaratan dan Metode Uji untuk Tipe Pengukuran Non-Otomatis
4. DKD-R 6-1, *Calibration of Pressure Gauges*
5. ECRI 424-20010301, *Inspection and Preventive Maintenance, Sphygmomanometer*
6. OIML R 16-1: 2002 *Non-Invasive Mechanical Sphygmomanometers*
7. Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan; Metode Kerja Nomor 042

IX. LAMPIRAN

1. Panduan Simulasi
2. Checklist Simulasi
3. Panduan Pengisian Lembar Kerja
4. Lembar Kerja Pengujian Kalibrasi Alat Kesehatan

Lampiran I**PANDUAN SIMULASI****Materi Inti 5- Pengujian dan Kalibrasi Sphygmomanometer****Tujuan:**

Setelah mengikuti simulasi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi alat sphygmomanometer.

Petunjuk:

1. Pelatih/Fasilitator membagi peserta menjadi 2 kelompok, Masing-masing kelompok *skill station* terdiri atas @10 peserta 1 instruktur sebagai pembimbing;
2. Masing-masing kelompok memilih ketua, sekretaris dan penyaji. (5 menit)
3. Pelatih/Fasilitator mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan simulasi *skill station*.
4. Setiap peserta dalam kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) masing-masing diberi kesempatan untuk melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan sphygmomanometer dan alatukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat sphygmomanometer, meliputi: (90 menit)
 - a. Cara pemeriksaan fisik dan fungsi sphygmomanometer;
 - b. Cara pengukuran kinerja sphygmomanometer;
 - c. Cara mengisi lembar kerja pengujian dan kalibrasi alat sphygmomanometer. Selanjutnya dilanjutkan grup 2 sesuai kelompoknya.
5. Instruktur memberikan penilaian terhadap simulasi yang dilakukan peserta di dalam kelompok masing-masing dengan menggunakan checklist yang telah disiapkan.
6. Tiap kelompok mempresentasikan cara pengujian dan kalibrasi alat sphygmomanometer. (2 x 15 menit = 30 menit)
7. Peserta dari kelompok lain dapat memberikan pertanyaan ataupun tanggapan.
8. Pelatih/Fasilitator memberikan klarifikasi dan merangkum hasil seluruh proses simulasi yang dilakukan oleh peserta. (15 menit)

Waktu 5 Jpl x 45 menit = 225 menit

Lampiran II

PENILAIAN SIMULASI PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT SPHYGMOMANOMETER

NAMA PESERTA :

ASAL INSTANSI :

NO ABSEN :

NO.	KRITERIA UNJUK KERJA	PENILAIAN			
		0	1	2	3
1.	Menyiapkan Sphygmomanometer, peralatan uji dan kalibrasi, SOP, Metode Kerja, formulir dan lembar kerja pengujian dan kalibrasi 1.1. Lembar Kerja telah sesuai dengan alat yang akan diuji dan kalibrasi. 1.2. Sphygmomanometer disiapkan sesuai SOP. 1.3. Peralatan uji dan kalibrasi disiapkan sesuai SOP.				
2.	Melakukan pendataan administrasi, pendataan Sphygmomanometer yang akan diuji dan pendataan alat uji/ kalibrasi yang digunakan 2.1. Item-item pengisian data sarana pelayanan kesehatan pada Lembar Kerja telah terisi dengan lengkap dan benar meliputi pemilik, alamat, no. order, no. telepon. 2.2. Item-item pengisian data Sphygmomanometer pada Lembar Kerja telah terisi dengan lengkap dan benar meliputi merk, nomer seri, tipe/model, lokasi alat dan lokasi kalibrasi. 2.3. Item-item pengisian data peralatan kalibrasi pada Lembar Kerja telah terisi dengan lengkap dan benar meliputi merk, nomer seri, tipe/model, dan masa berlaku kalibrasi.				
3.	Melakukan pengukuran kondisi lingkungan 3.1. Kondisi lingkungan kalibrasi meliputi suhu dan kelembaban ruangan dicatat pada Lembar Kerja. 3.2. Pemakaian peralatan ukur dilakukan sesuai SOP.				

4.	Melakukan pemeriksaan fisik dan fungsi peralatan yang diuji/dikalibrasi 4.1. Pemeriksaan fisik peralatan sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada Lembar Kerja. 4.2. Pemeriksaan fungsi peralatan sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada Lembar Kerja.				
5	Melakukan pengujian kinerja 5.1. Langkah-langkah pengamatan hasil pengujian dan kalibrasi benar sesuai Metode Pengujian dan Kalibrasi. 5.2. Pengamatan parameter kalibrasi dicatat pada Lembar Kerja dan benar sesuai dengan Metode Pengujian dan Kalibrasi. 5.3. Pemakaian peralatan uji dan kalibrasi dilakukan sesuai SOP.				
6	Melakukan evaluasi dan estimasi ketidakpastian pengukuran 6.1. Data telah tercatat secara lengkap dan memadai untuk dilakukan analisa perhitungan. 6.2. Analisa perhitungan sesuai dengan Metode Perhitungan Ketidakpastian Pengukuran. 6.3. Pemakaian peralatan hitung dilakukan sesuai SOP.				
7	Melakukan telaah teknis, kesimpulan dan pernyataan kesesuaian terhadap hasil uji (laik pakai atau tidak laik pakai) 7.1. Telaah teknis dilakukan secara benar mengacu hasil pemeriksaan fisik dan fungsi dan batas toleransi kinerja yang diizinkan. 7.2. Penetapan kesimpulan laik pakai atau tidak laik pakai sesuai dengan hasil telaah teknis. 7.3. Saran disampaikan secara benar sesuai hasil pengujian dan kalibrasi.				
SKOR NILAI = $\frac{\text{SKOR}}{21} \times 100\%$					

Penguji,

(.....)

Keterangan :

0. Tidak Melakukan tindakan
1. Melakukan tetapi tidak sesuai prosedur
2. Melakukan sesuai dengan prosedur/tetapi kurang baik
3. Melakukan sesuai dengan prosedur dengan baik dan benar

Lampiran III**PANDUAN PENGISIAN LEMBAR KERJA
DAN PEMBUATAN LAPORAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI SPHYGMOMANOMETER**

Fasilitator menyampaikan di depan peserta pelatihan dengan menjelaskan cara pengisian lembar kerja sampai kepada pembuatan laporan pengujian dan kalibrasi alat Sphygmomanometer.

1. Peserta mengisi lembar kerja (*Hard copy*) pengujian kalibrasi Sphygmomanometer yang sudah disediakan setelah melakukan praktek pengujian kalibrasi alat Sphygmomanometer;
2. Peserta mengisi data administrasi pada lembar kerja;
3. Peserta mengisi daftar alat ukur yang digunakan pengujian dan kalibrasi Sphygmomanometer;
4. Peserta mengisi pemeriksaan fisik dan fungsi alat Sphygmomanometer dengan cara member tanda ✓ pada kolom yang tersedia;
5. Peserta melakukan pengambilan data pengukuran kinerja sebanyak 6 kali, dan hasil pengukuran direkam pada lembar kerja. Nilai yang direkam sesuai dengan nilai yang ditampilkan oleh alat ukur;
6. Peserta melakukan tabulasi data pengujian kalibrasi dari lembar kerja (*hard copy*) ke dalam format excell yang telah disediakan.

Lampiran IV

Lembar Kerja

Materi Inti 5 - Pengujian dan Kalibrasi Sphygmomanometer

LOGO		INSTITUSI				
LEMBAR KERJA KALIBRASI SPHYGMOMANOMETER						
A. PENDATAAN ADMINISTRASI						
1. Merk	2. Type/Model		4. Nomor Order	5. Tempat Kalibrasi		
3. Nomor Seri			6. Tanggal Kalibrasi			
B. DAFTAR ALAT UKUR						
No.	Nama Alat	Merk	Model/Type	No. Seri		
1	Digital Pressure Meter					
2	Timer					
3	Thermohygrometer					
C. PENGUKURAN KONDISI LINGKUNGAN						
No.	Parameter	Terukur				
1	Temperatur Ruangan	Awal	°C	Akhir	°C	
2	Kelembaban Ruangan	Awal	%	Akhir	%	
D. PEMERIKSAAN FISIK DAN FUNGSI ALAT						
No.	Parameter	Batasan Pemeriksaan	Hasil Pengamatan			
1	Badan dan permukaan	selungkup utuh, bersih, terpasang ketat satu dan lainnya dan tidak ada bekas tempelan cairan ataupun gangguan lainnya.	☐ baik ☐ tidak baik			
2	Selang/Bulb	Periksa kondisi selang dan bulb, pastikan tidak retak, tertekuk atau kotor.	☐ baik ☐ tidak baik			
3	Bleed Valve	Pastikan dapat mengatur laju pengurangan tekanan dengan baik (2 mmHg/detik sampai 3 mmHg/detik)	☐ baik ☐ tidak baik			
4	Indikator	Skala harus bersih dan mudah dibaca	☐ baik ☐ tidak baik			
5	Zero pressure setting	Pastikan penunjukan alat pada posisi 0 mmHg	☐ baik ☐ tidak baik			
6	Tabung kaca	Periksa tabung kaca, pastikan tidak retak	☐ baik ☐ tidak baik			
7	Cuff dan bladder	Periksa cuff dan bladder, pastikan dalam kondisi baik	☐ baik ☐ tidak baik			
E. PENGUKURAN KINERJA						
1. Uji Kebocoran						
a. Sphygmomanometer aneroid dan mercury						
Setting (mmHg)	50	100	150	200	250	Ambang Batas
Kebocoran tekanan selama 5 menit (mmHg)						≤ 4 mmHg/menit
b. Sphygmomanometer mercury free						
Setting (mmHg)	200				Ambang Batas	
Kebocoran tekanan selama 1 menit (mmHg)					≤ 15 mmHg/menit	
2. Akurasi Tekanan						
Penunjukan Alat (mmHg)	Penunjukan Standar (mmHg)					
	1	2	3	4	5	6
0						
50						
100						
150						
200						
250						
200						
150						
100						
50						
0						
						± 4 mmHg
F. TELAAH TEKNIS						
1. Kinerja	a. Dalam Batas Toleransi					
2. Catatan	b. Perlu Perbaikan					
G. KESIMPULAN TELAAH TEKNIS KALIBRASI						
Berdasarkan hasil pengukuran kinerja alat kesehatan tersebut diatas dinyatakan				LAIK PAKAI/LULUS KALIBRASI	TIDAK LAIK PAKAI/TIDAK LULUS KALIBRASI	
Perugas pelaksana kalibrasi				Narasip	Paraf	

perpustakaan.kemkes.go.id



MATERI INTI 6

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT ELEKTROSTIMULATOR



**MODUL PELATIHAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN *LOW RISK***

perpustakaan.kemkes.go.id

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
I. DESKRIPSI SINGKAT.....	1
II. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	1
A. Tujuan Pembelajaran Umum.....	1
B. Tujuan Pembelajaran Khusus	1
III. POKOK BAHASAN	2
IV. METODE PEMBELAJARAN	2
V. MEDIA DAN ALAT BANTU	2
VI. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	3
VII. URAIAN MATERI	4
A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat Elektrostimulator	4
B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Elektrostimulator	5
C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Kerja Alat Elektrostimulator	5
VIII. REFERENSI	27
IX. LAMPIRAN	28

perpustakaan.kemkes.go.id

MATERI INTI 6

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT ELEKTROSTIMULATOR

I. DESKRIPSI SINGKAT

Peralatan kesehatan merupakan salah satu fasilitas yang memegang peranan penting dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan masyarakat. Pelayanan kesehatan yang berkesinambungan perlu didukung dengan peralatan yang selalu dalam kondisi laik pakai. Peralatan kesehatan laik pakai dapat dipenuhi dengan melakukan pengujian/kalibrasi secara periodik dan terencana.

Pengujian dan atau Kalibrasi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara periodik dan terencana. Tujuannya agar alat kesehatan dapat dimanfaatkan secara optimal (*utility*) dan laik pakai yaitu aman (*safe*) dan tepat (*accurate*).

Manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan sangat dibutuhkan untuk pengelolaan peralatan kesehatan karena berkaitan dengan keamanan, ketepatan dan pembiayaan. Didalam melakukan manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dibidangnya. Untuk meningkatkan kompetensi sumber daya manusia dilakukan upaya pelatihan yang komprehensif dan berkesinambungan.

Terdapat sekitar ratusan jenis alat kesehatan yang beredar di Indonesia, namun pada pelatihan ini diharapkan peserta mampu melakukan tatalaksana pengujian dan kalibrasi 7 alat kesehatan *level low risk*. Hal yang perlu diketahui oleh peserta pelatihan mengenai pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *level low risk* mulai dari menjelaskan prinsip kerja Alat, mengoperasikan alat, mengoperasikan alat ukur pengujian dan kalibrasi, melakukan pengujian dan kalibrasi dan melakukan evaluasi ketidakpastian pengukuran hasil pengujian dan kalibrasi Alat.

Hal yang akan dibahas dalam pelatihan ini yaitu:

II. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mengikuti materi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi elektro stimulator

B. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mengikuti materi, peserta mampu:

1. Menjelaskan prinsip kerja alat elektro stimulator;

2. Mengoperasikan alat elektro stimulator;
3. Melakukan pengujian dan kalibrasi alat elektro stimulator.

III. POKOK BAHASAN

Dalam modul ini akan dibahas pokok bahasan dan sub pokok bahasan sebagai berikut:

- A. **Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat Elektro Stimulator**
- B. **Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Elektro Stimulator**
- C. **Pokok Bahasan 3. Melakukan Pengujian dan Kalibrasi Alat Elektro Stimulator**

Sub Pokok Bahasan :

1. Tujuan
2. Ruang lingkup;
3. Referensi yang digunakan;
4. Alat ukur yang digunakan;
5. Standar Prosedur Operasional (SPO) alat ukur;
6. Kondisi lingkungan;
7. Pemeriksaan fisik dan fungsi;
8. Pengujian keselamatan listrik;
9. Pengukuran kinerja;
10. Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran;
11. Telaah teknis;
12. Kesimpulan.

IV. METODE PEMBELAJARAN

- A. Curah pendapat
- B. Ceramah tanya jawab
- C. Demonstrasi
- D. Diskusi kelompok
- E. Simulasi

V. MEDIADAN ALAT BANTU

- A. Bahan tayang;
- B. Modul Pelatihan;
- C. Laptop;
- D. LCD projector;
- E. White board;
- F. Spidol (ATK);
- G. Panduan Simulasi;
- H. Panduan Diskusi Kelompok;

VI. LANGKAH – LANGKAH PEMBELAJARAN

Berikut disampaikan langkah-langkah kegiatan dalam proses pembelajaran materi ini:

Langkah 1. Pengkondisian

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyapa peserta dengan ramah dan hangat. Apabila belum pernah menyampaikan sesi di kelas, mulailah dengan perkenalan. Perkenalkan diri dengan menyebutkan nama lengkap, instansi tempat bekerja dan materi yang akan disampaikan.
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.

Langkah 2. Penyampaian Materi

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyampaikan paparan seluruh materi sesuai urutan pokok bahasan dan sub pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.
2. Materi pokok bahasan disampaikan dengan urutan sebagai berikut: Persiapan ruangan dan peralatan dalam kondisi siap pakai pada kasus sedang, Penyusunan rencana pemeriksaan okupasi terapi pada kasus sedang, melakukan pemeriksaan okupasi formal/spesifik pada kasus sedang, menganalisis hasil pemeriksaan okupasi terapi formal/spesifik pada kasus ringan, menyusun rencana tindakan okupasi Terapi pada kasus sedang.
3. Materi disampaikan dengan metode curah pendapat, ceramah tanya jawab, dan demonstrasi.

Langkah 3. Penugasan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator membagi peserta dalam 6 kelompok dan meminta mereka untuk berdiskusi dalam kelompok masing masing dengan tema diskusi yang telah ditentukan.
2. Hasil diskusi dituliskan dalam *flipchart* atau bahan tayang.
3. Tugas yang kedua yaitu simulasi dengan tema yang telah ditentukan yaitu sama dengan tema dalam diskusi kelompok.
4. Satu kelompok melakukan simulasi di depan kelas, kelompok yang lain memperhatikan, bergantian sampai semua kelompok mendapatkan giliran dan di akhir sesi dapat menanyakan hal yang kurang jelas.
5. Dibuat rangkuman hasil simulasi yang telah dilakukan oleh semua kelompok.
6. Tugas yang ketiga yaitu praktek di kelas.

7. Hasil praktik dituliskan dalam *flipchart* atau bahan tayang dan dibuat rangkuman

Langkah 4. Presentasi

Langkah pembelajaran:

1. Masing – masing kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi didepan teman yang lain dan fasilitator, kemudian kelompok yang lain memberikan tanggapan.
2. Fasilitator memberikan umpan balik dan mengarahkan hasil diskusi sesuai tujuan pembelajaran.

Langkah 5. Rangkuman dan Kesimpulan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator melakukan evaluasi untuk mengetahui penyerapan peserta terhadap materi yang disampaikan dan pencapaian tujuan pembelajaran.
2. Fasilitator merangkum poin-poin penting dari materi yang disampaikan.
3. Fasilitator membuat kesimpulan.
4. Fasilitator memberikan apresiasi pada peserta, dan menutup proses pembelajaran dengan mengucapkan terima kasih.

VII. URAIAN MATERI

A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat Elektrostimulator

Sub Pokok Bahasan: -

Elektrostimulator termasuk alat kesehatan kategori *low risk* berdasarkan Permenkes Nomor 54 tahun 2015. Elektrostimulator memiliki fungsi utama sebagai sumber rangsangan listrik yang diharapkan mampu meningkatkan atau menciptakan keseimbangan biopotensial. Elektrostimulator menghasilkan arus listrik dengan intensitas dan frekuensi tertentu kepada saraf atau otot yang mengalami kerusakan atau kelainan fungsi agar dapat menjadi normal kembali.

Bagian dari elektrostimulator :

pada umumnya elektrostimulator memiliki komponen yang masing-masing memiliki fungsi tertentu, yaitu:

1. Unit utama
2. Probe/elektroda

B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Elektrostimulator

Sub Pokok Bahasan: -

Didalam penggunaan alatelektrostimulator harus berdasarkan prosedur yang baik dan benar sehingga didapat hasil yang optimal. Contoh umum dari Standar operasional prosedur elektrostimulator sebagai berikut :

1. Pastikan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan alat;
2. Hubungkan kabel power ke sumber listrik;
3. Tekan tombol *ON/OFF* pada unit untuk menyalakan elektrostimulator.
4. Atur intensitas arus, frekuensi, dan waktusesuai dengan kebutuhan;
5. Pasang elektroda pada pasien;
6. Tekan tombol start untuk memulai terapi;
7. Tekan tombol stop untuk berhenti atau *pause* untuk menunda terapi;
8. Alarm akan berbunyi apabila waktu yang ditentukan telah tercapai;
9. Kembalikan pengaturan ke menu utama;
10. Setelah penggunaan matikan elektrostimulator dengan menekan tombol *ON/OFF*;

C. Pokok Bahasan 3: Pengujian dan Kalibrasi Alat Elektrostimulator

Sub Pokok Bahasan 1: Tujuan

Untuk melakukan kalibrasi secara langsung (*direct calibration*) pada *Electrostimulator*, selanjutnya disebut *Unit Under Test* (UUT), dengan cara membandingkan antara penunjukan UUT dengan penunjukan alat ukur.

Sub Pokok Bahasan 2: Ruang lingkup

Dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan kalibrasi elektrostimulator dengan parameter sebagai berikut :

1. Pengujian
 - a. Pemeriksaan fisik
 - b. Pengujian fungsi
 - c. Pengujian keselamatan listrik
2. Kalibrasi
 - a. Frekuensi: 0 Hz s.d 500 Hz
 - b. Pulse Duration : 0 μ s s.d 1000 μ s
 - c. Arus : 1 mA s.d 50 mA
 - d. Waktu : 0 – 10 menit

Sub Pokok Bahasan 3: Referensi yang digunakan

1. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang pengujian dan kalibrasi alat kesehatan, 2015;
2. Pedoman Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, Departemen Kesehatan RI, Direktorat Jenderal Pelayanan Medik, 2001;
3. ANSI/AAMI NS4, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulator, 2013;
4. International Standard, IEC 60601-2-10, Particular Requirement for Basic Safety and Essential Performance of Nerve and Muscle Stimulator, 2012;
5. SNI IEC 62353:2014, Pengujian berkala dan pengujian setelah perbaikan pada peralatan elektromedik, 2014;
6. KAN-G-01, Guide on the evaluation and expression of uncertainty in measurement, KAN, 2016.

Sub Pokok Bahasan 4: Alat ukur yang digunakan

1. *Oscilloscope*;
2. *Resistance Box*;
3. *Stopwatch*;
4. *Thermohygrometer*;
5. *Electrical safety Analyzer*.

Sub Pokok Bahasan 5: Standar Prosedur Operasional (SPO) Alat Ukur

1. *Oscilloscope*

Gambar 1 *Oscilloscope*

- a. Bagian-bagian *oscilloscope* :
 - 1) Unit utama
 - 2) *Probe*

b. Cara Pengoperasian *oscilloscope* :

- 1) Siapkan *oscilloscope*
- 2) Pasang probe
- 3) Hidupkan alat dengan menekan tombol *on/off*.
- 4) Tekan tombol **SCOPE**.
- 5) Tekan tombol **F4**.
- 6) Pasang probe merah ke input A di bagian atas *scope* meter.
- 7) Tekan tombol **A** atau **B** untuk memilih channel yang diinginkan (A atau B)
- 8) Hubungkan probe ke instrumen/alat yang akan diukur.
- 9) Lakukan pengukuran yang diinginkan, frekuensi atau amplitudo
- 10) Tekan **CURSOR** untuk menghitung nilai pengukuran
- 11) Untuk menghitung tinggi pulsa, tekan **F1**, kemudian pilih mode **■**
- 12) Tekan **F2** untuk memilih cursor atas.
- 13) Gerakkan cursor atas sesuai posisi pulsa yang diinginkan menggunakan tombol **▲▼**
- 14) Tekan **F2** untuk memilih cursor bawah.
- 15) Gerakkan cursor bawah sesuai posisi pulsa yang diinginkan menggunakan tombol **▲▼**
- 16) Catat tinggi pulsa yang dihasilkan.
- 17) Untuk menghitung lebar pulsa, tekan **F1**, kemudian pilih mode **■**
- 18) Tekan **F2** untuk memilih cursor kiri.
- 19) Gerakkan cursor kiri sesuai posisi pulsa yang diinginkan menggunakan tombol **◀▶**
- 20) Tekan **F2** untuk memilih cursor kanan.
- 21) Gerakkan cursor kanan sesuai posisi pulsa yang diinginkan menggunakan tombol **◀▶**
- 22) Catat lebar pulsa yang dihasilkan

2. Decade Resistance Box



Gambar 2 Decade Resistance Box

Cara pengoperasian *decade resistance box*

- Lakukan pemasangan kabel keluaran (output) pada sisi kanan unit;
- Putar knob yang tersedia sehingga penunjukan pada dial sesuai dengan nilai tahanan yang dikehendaki

3. Stopwatch



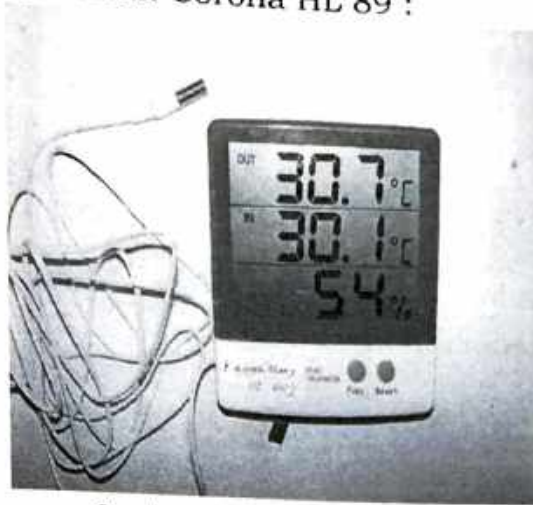
Gambar 3 Stopwatch

Prosedur Penggunaan *Stopwatch*

- Siapkan *stopwatch* yang akan digunakan untuk mengukur.
- Pastikan *stopwatch* dalam keadaan nol dengan menekan tombol reset
- Tekan tombol start untuk memulai pengukuran waktu
- Tekan tombol stop untuk mengakhiri pengukuran waktu
- Catat hasil pengukuran
- Untuk mengulangi pengukuran maka menekan tombol start/stop 1 kali, dan kemudian tekan tombol reset, jarum akan kembali ke nol kemudian tekan tombol start lagi untuk melakukan pengukuran kembali dan stop untuk mengakhiri.

4. Thermohygrometer

Cara Pengoperasian Corona HL 89 :



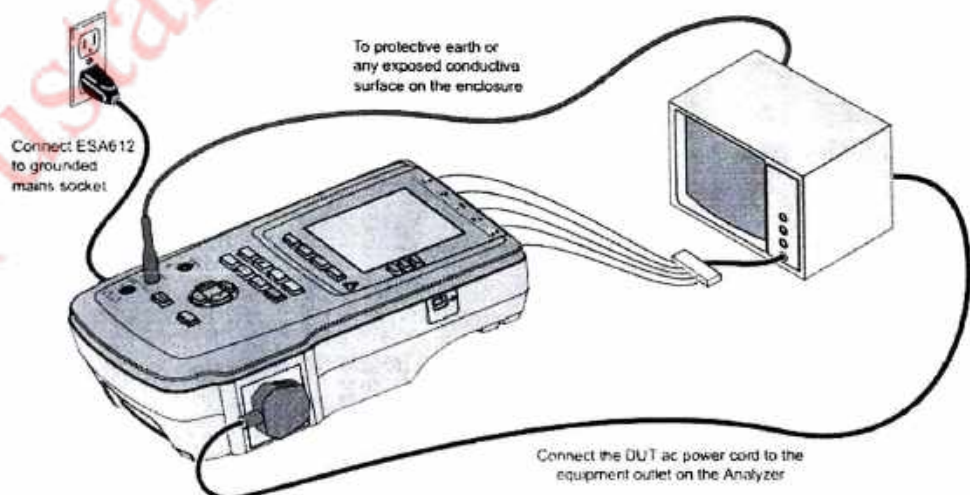
Gambar 4 Thermohygrometer

- 1) Siapkan Thermo-Hygrometer (TH).
- 2) Masukkan batrey AA 1,5 Vdc, maka (TH) akan "On"
- 3) Letakan (TH) pada posisi yang kita tentukan.
- 4) Penempatan sensor suhu dapat dipindah pindah sesuai kebutuhan.
- 5) Tekan tombol "Func" untuk mengetahui suhu "Max dan Min" dan tombol "Reset" untuk me-reset (TH).
- 6) Alat siap digunakan.

5. Electrical Safety Analyzer

Cara pengoperasian electrical safety analyzer :

- 1) Hubungkan UUT ke electrical safety analyzer;



Gambar 5 Instalasi ESA

- 2) Hidupkan *electrical safety analyzer* dengan menekan saklar pada sisi kiri alat;
- 3) Lakukan pengaturan :
 - a) *Polarity switching delay*
 - b) Kontras
 - c) *Beeper*
- 4) Lakukan pengujian keselamatan listrik :
 - a) Pengukuran tegangan input
 - (1) Tekan tombol **V** untuk membuka menu utama pengukuran tegangan input



- (2) Tekan salah satu tombol untuk menampilkan pengukuran yang diinginkan : *Live to neutral, neutral to earth, dan live to earth*
- b) Pengukuran *Protective earth resistance*
 - (1) UUT dalam keadaan *off*, pastikan power cord terpasang pada ESA
 - (2) Tekan tombol **Ω**
 - (3) Pasang ujung test lead pada V/Ω/A jack, dan ujung lainnya pada Ø/Null jack.
 - (4) Tekan tombol *Zero leads*
 - (5) Pindahkan test lead dari Ø/Null jack ke PE alat.
 - (6) Catat tahanan yang tertera pada *display*



- c) Pengukuran *insulation resistance test*
 - (1) UUT dalam keadaan *off*
 - (2) Tekan tombol **MΩ**
 - (3) Tekan tombol F1 (Mains - PE)
 - (4) Tekan tombol **TEST**
 - (5) Catat *insulation resistance* yang terukur
- d) Pengukuran kebocoran arus
 - (1) Tekan tombol **μA**

- (2) Tekan tombol **TEST**
- (3) Catat kebocoran arus yang terukur
- e) Pengukuran kebocoran arus pada bagian yang diaplikasikan
 - (1) Tekan tombol **μA**
 - (2) Tekan tombol berlabel **More**
 - (3) Pilih pengelompokan applied part (bagian yang diaplikasikan) memakai tombol **and**
 - (4) Tekan tombol berlabel **Select**
 - (5) Tekan tombol **↩** atau **→** untuk memilih konfigurasi test yang diinginkan
 - (6) Tekan tombol **TEST**
 - (7) Catat kebocoran arus yang terukur

Sub Pokok Bahasan 6: Kondisi Lingkungan

1. Suhu ruang : $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
2. Kelembaban : $55\% \text{RH} \pm 15\% \text{RH}$
3. Tegangan jala-jala : $220\text{ V} \pm 10\%$

Sub Pokok Bahasan 7: Pemeriksaan Fisik dan Fungsi

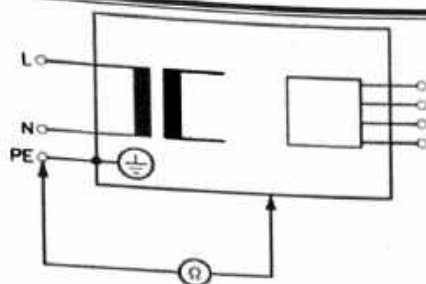
1. Lakukan pemeriksaan fisik dan fungsi
 - a. Badan dan permukaan alat, periksa bagian luar unit, pastikan bersih, terpasang ketat satu dan lainnya dan tidak ada bekas tertimpa cairan ataupun gangguan lainnya.
 - b. Kotak kontak alat, periksa apakah ada gangguan pada kotak kontak (AC-Power). Gerak-gerakkan kotak kontak untuk memastikan keamanannya. Goyang-goyangkan kotak kontak untuk memastikan tidak ada baut atau mur yang longgar.
 - c. Kabel catu utama, Periksa kabel, apakah terlihat ada kerusakan atau bagian isolasi yang terkelupas.
 - d. Sekering pengaman, Periksa sekering yang terdapat pada bagian luar rangkaian, apakah nilai tahanan dan tipenya sesuai dengan spesifikasi yang tertulis pada alat. Sekering pengaman harus berfungsi baik.
 - e. Kabel elektroda, Periksa kabel dan fungsi masing-masing kedua ujungnya (kotak kontak) dan keregangannya secara menyeluruh. Kemudian periksa dengan hati-hati apakah terdapat luka ataupun sobek pada lapisan isolasinya, hal ini untuk menghindari adanya gangguan tegangan dan mencegah noise.

- f. Tombol, saklar dan kontrol, Sebelum mempergunakan/mengubah-ubah tombol kontrol, periksa posisinya, jika terlihat tidak berada pada posisinya (periksa dengan menggunakan mode pemeriksaan standar). Bandingkan dengan posisi control. Ingat pengaturan tersebut dan jangan lupa untuk mengembalikan pada setting awal jika sudah selesai menggunakan.
- g. Tampilan dan indikator, Selama pengecekan fungsi, pastikan lampu indikator dan tampilan berfungsi seluruhnya, yakinkan bahwa bagian tampilan digital berfungsi

Sub Pokok Bahasan 8: Pengujian Keselamatan Listrik

1. Pengukuran Resistansi Pembumian Protektif

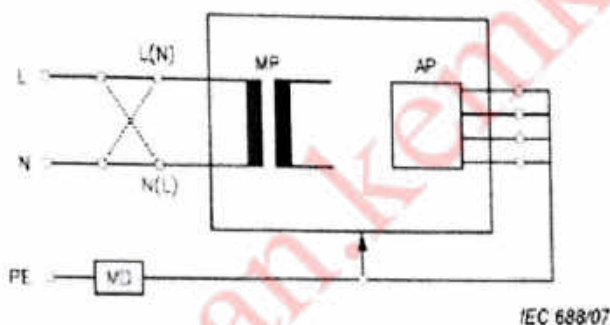
- a. Pengukuran harus dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang mampu mengalirkan arus sekurang-kurangnya 200 mA dalam 500 m Ω . Tegangan sirkuit terbuka tidak boleh lebih dari 24 V.
- b. Jika menggunakan pengukuran arus searah maka harus diulang pada polaritas yang berlawanan. Nilai yang terukur tidak boleh melampaui nilai yang diijinkan. Nilai yang tertinggi harus didokumentasikan.
- c. Resistansipembumian protektif tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut:
 - 1) Untuk peralatan elektromedik atau sistem elektromedik dengankabel catu daya yang dapat dilepas.
Resistansi antara konektor pembumian protektif dari kotak kontak pada peralatan dan bagian konduktif yang dapat diakses yang tersambung ke pembumian protektif dari Peralatan elektromedik atau sistem elektromedik tidak boleh lebih dari 200 m Ω . Untuk kabel catu daya sendiri resistansi antara setiap titik hubungan pembumian tidak boleh lebih dari 100 m Ω . Jika kabel catu daya yang dapat dilepas dan peralatan elektromedik atau sistem elektromedik diukur, diukur bersama-sama, resistansi tidak boleh lebih dari 300 m Ω (lihat **gambar 6**). Demikian juga kabel catu daya yang dapat dilepas yang selalu siap pakai harus



Gambar 6 Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi pembumian protektif pada Peralatan elektromedik yang diputuskan dari catu daya utama

2. Pengukuran Arus Bocor Metode Langsung

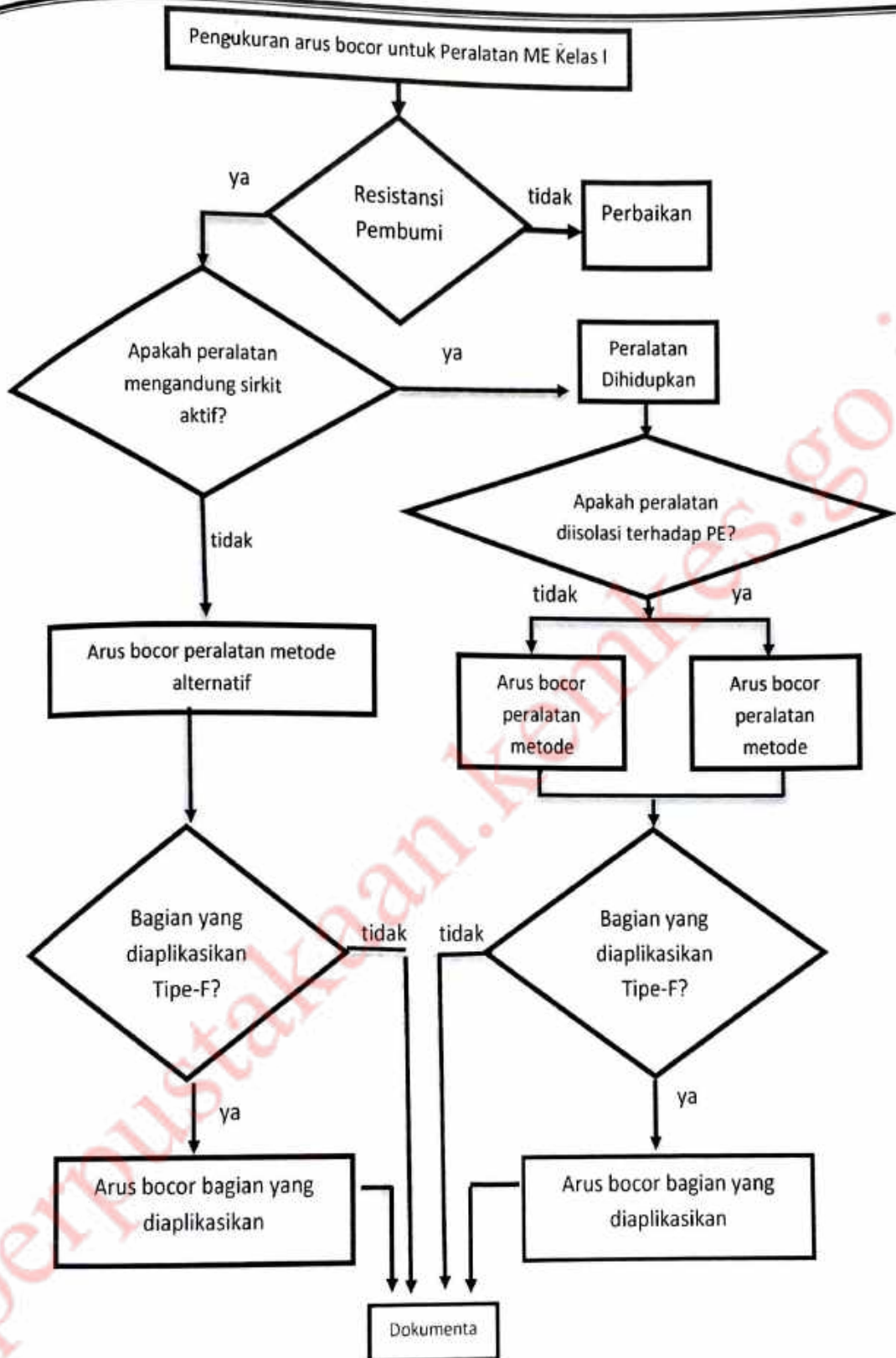
Pengukuran dilakukan pada tegangan catu daya utama juga pada posisi konektor utama jika dapat dilakukan, dan sesuai dengan **Gambar 7**.



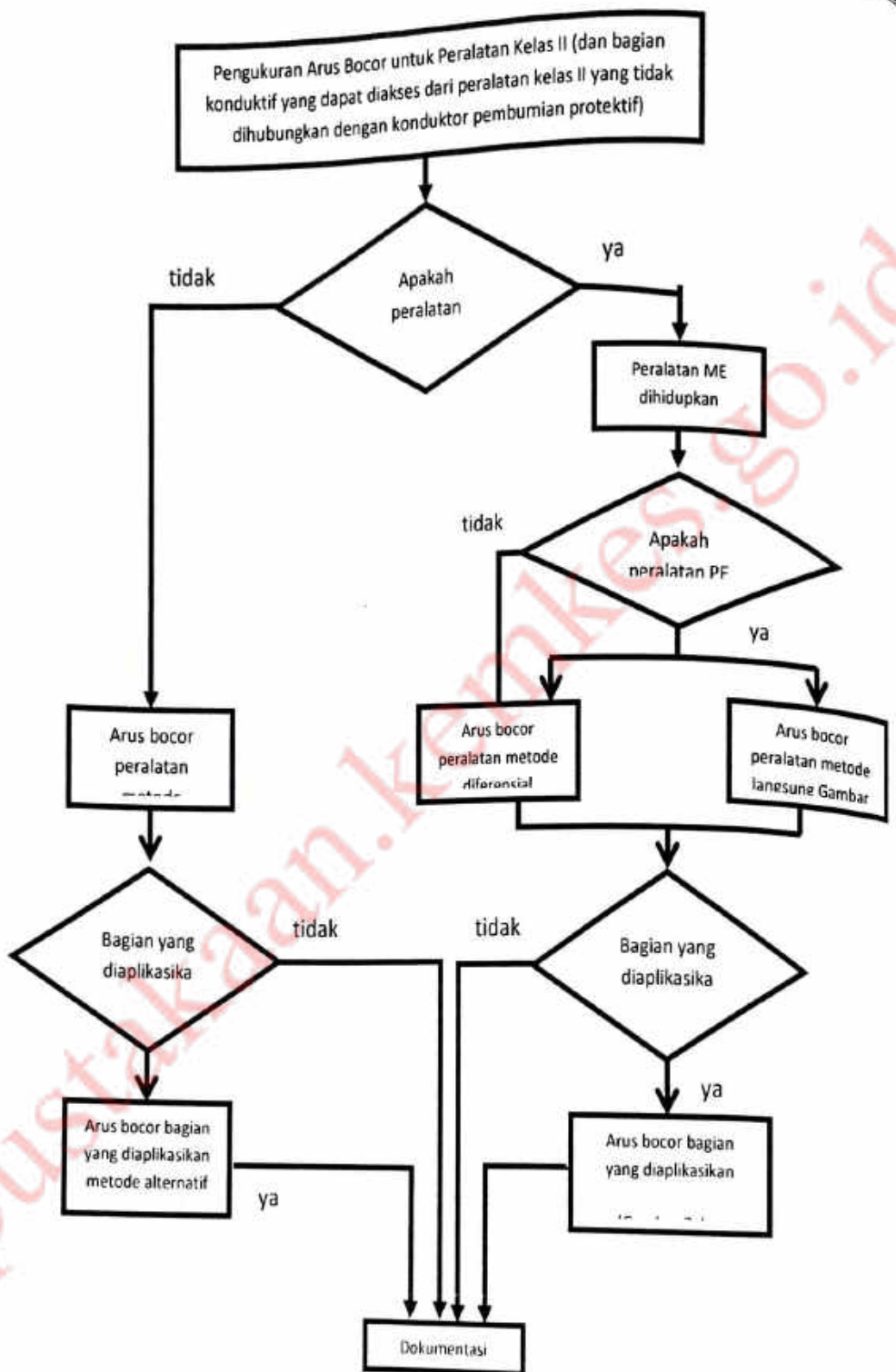
Gambar 7 Sirkuit Pengukur untuk Pengukuran Arus Bocor Peralatan – Metode Langsung

URUTAN PENGUJIAN ARUS BOCOR

Gambar 8. Urutan Pengujian



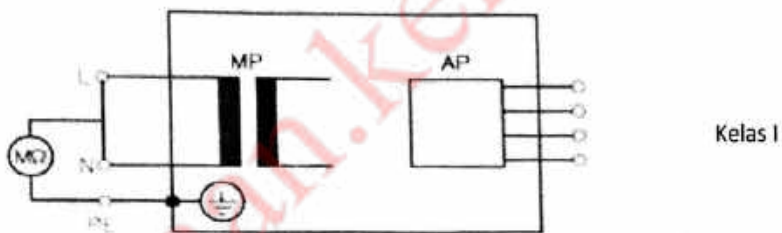
Gambar 9. Alur Pengukuran Arus Bocor (Peralatan elektromedik Kelas I)



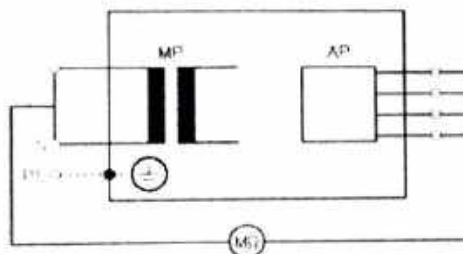
Gambar 10. Alur Pengukuran Arus Bocor (Peralatan Elektromedik Kelas II dan Bagian Konduktif yang dapat diakses Peralatan elektromedik Kelas II , yang tidak terhubung ke pembumian protektif)

3. Pengukuran Resistansi Isolasi

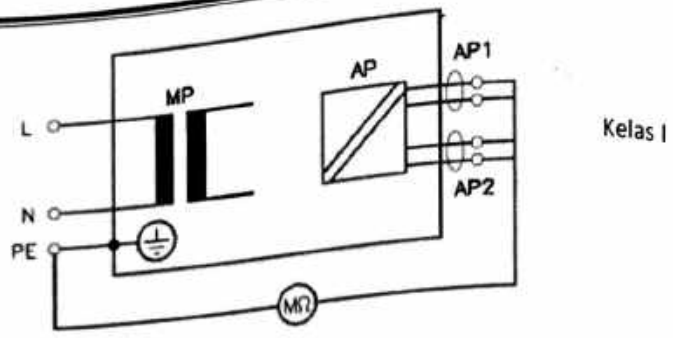
- Peralatan diputus dari catu daya utama dan resistansi isolasi peralatan diukur sesuai dengan **Gambar 8**, **Gambar 9** dan **Gambar 10**. Selama pengukuran semua sakelar bagian utama harus dalam posisi operasional (ON), termasuk, jika mungkin dilakukan, semua isolasi dari bagian utama selama pengukuran.
- Pengukuran resistansi isolasi harus dilakukan dengan tegangan 500 V (DC.)
- Resistansi isolasi harus diukur antara:
- Bagian utama dan pembumian protektif dari peralatan Kelas I sesuai dengan **Gambar 8**
- Bagian Utama dan Bagian yang Diaplikasikan yang berada dalam titik kontak pasien sesuai dengan **Gambar 9**
- Bagian yang diaplikasikan tipe F yang berada dalam titik kontak pasien dan pembumian protektif dari peralatan Kelas I sesuai dengan **Gambar 10**



Gambar 11. Sirkuit pengukur untuk pengukuran isolasi resistansi antara bagian utama dan pembumian protektif dari peralatan kelas I dan antara bagian utama dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan Kelas II



Gambar 12. Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi isolasi antara bagian utama dan bagian yang diaplikasikan yang berada dalam titik kontak pasien



Gambar 13. Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi isolasi antara bagian yang diaplikasikan tipe-F yang berada dalam titik kontak pasien dan pembumian protektif dari peralatan kelas I dan antara bagian yang diaplikasikan tipe-F yang berada dalam titik kontak pasien dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan kelas I dan kelas II

Tabel 1 : Ambang Batas

No	Parameter	Keterangan	Ambang Batas yang diijinkan
1	Resistansi Pembedian Protektif	Kabel catu daya yang dapat dilepas	$\leq 200 \text{ m}\Omega$
		Peralatan Elektromedik yang diinstal permanen	$\leq 300 \text{ m}\Omega$
2	Arus Bocor Peralatan	Lihat Tabel 2	
3	Arus Bocor pada bagian yang diaplikasikan		
4	Resistansi Isolasi		$> 2 \text{ M}\Omega$

Tabel 2. Nilai yang Diizinkan untuk Arus Bocor

Arus	Bagian yang diaplikasikan
	Tipe BF
Arus Bocor Peralatan - Metode Langsung atau Diferensial	
Arus bocor peralatan untuk bagian konduktif yang dapat diakses dari peralatan elektromedik kelas I yang	1000

dihubungkan atau tidak dihubungkan dengan konduktor pembumian protektif	
Arus bocor peralatan untuk peralatan elektromedik kelas II	500
Arus bocor bagian yang diaplikasikan	500
Arus Bocor Bagian yang Diaplikasikan - Metode Langsung	
Arus Bocor Bagian yang Diaplikasikan (Tegangan catu utama pada bagian yang diaplikasikan)	100

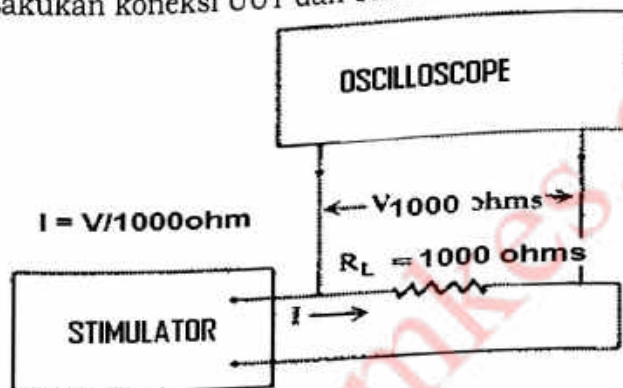
Catatan 1. Standar ini tidak menyediakan metode pengukuran dan nilai yang diizinkan untuk peralatan yang mengeluarkan arus bocor DC dalam hal ini, pabrikan harus menginformasikannya dalam dokumen pendamping

Catatan 2. Standar khusus mungkin membolehkan nilai arus bocor yang berbeda

Sub Pokok Bahasan 9: Pengukuran Kinerja

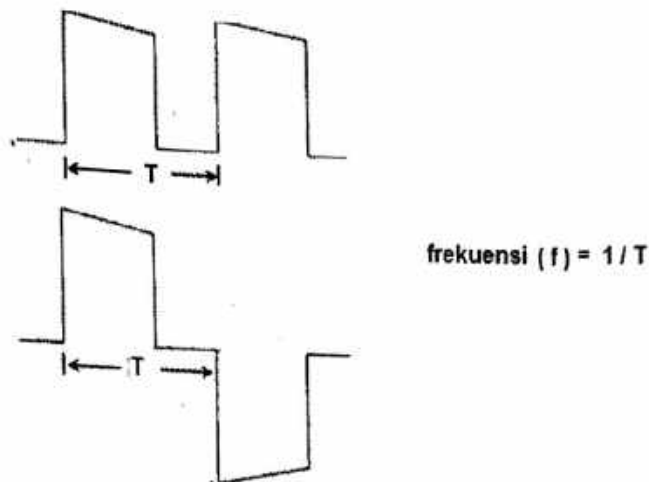
1. Persiapan dokumen
 - a. Metode kerja;
 - b. Instruksi kerja;
 - c. Lembar kerja;
 - d. Label.
2. Persiapan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - a. Siapkan alat yang akan diuji/kalibrasi;
 - b. Periksa kelengkapan aksesoris.
3. Persiapan alat uji/kalibrasi
 - a. Siapkan *electrical safety analyzer*;
 - b. Siapkan *thermohygrometer*;
 - c. Siapkan *oscilloscope*;
 - d. Siapkan *resistance Box*;
 - e. Siapkan *stopwatch*.
4. Pendataan Administrasi alat yang diuji/kalibrasi di lembar kerja yang minimal terdiri dari :
 - a. Catat identitas penguji;
 - b. Catat nama alat;
 - c. Catat merek;
 - d. Catat model;
 - e. Catat nomor seri;

- f. Catat ruangan;
- g. Catat tanggal pelaksanaan;
- h. Catat identitas Fasyankes/pelanggan.
5. Pengukuran kondisi lingkungan
 - a. Siapkan & hidupkan *Thermohyrometer*;
 - b. Catat suhu & kelembaban awal kerja;
 - c. Catat suhu & kelembaban akhir kerja.
6. Pengujian kinerja
 - a. Siapkan UUT dan standar
 - b. Lakukan koneksi UUT dan standar sesuai gambar 11.



Gambar 14. Instalasi Kalibrasi EST

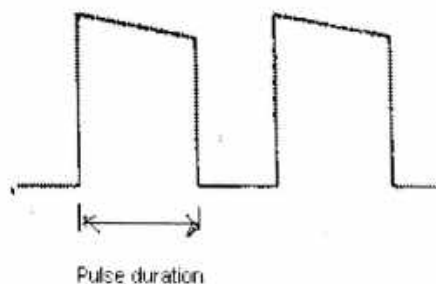
- c. Pengukuran Frekuensi (Hz)
 1. Atur decade resistance box untuk nilai 1000 ohm;
 2. Setting UUT pada frekuensi 10 Hz, Intensitas 10 mA, pulse duration 100 μs , dan waktu terapi 10 menit;
 3. Hidupkan UUT dan standar;
 4. Baca nilai frekuensi (Hz) yang terbaca pada standar dan catat pada lembar kerja ketika keadaan pembacaan telah stabil;
 5. Ulangi langkah 4 sebanyak 5 (lima) kali untuk mendapatkan pembacaan berulang;
 6. Ulangi prosedur 2-5 untuk frekuensi 25 Hz, 50 Hz, 100 Hz, dan 500 Hz.



Gambar 15. Frekuensi

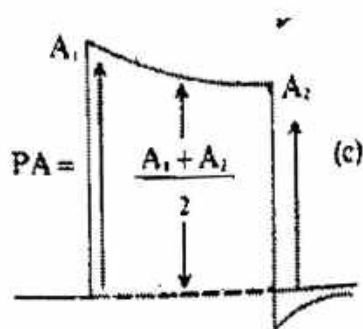
d. Pengukuran *Pulse Duration* (μs)

- 1) Atur *decade resistance box* untuk nilai 1000 ohm
- 2) Setting UUT pada frekuensi 10 Hz, Intensitas 10 mA, *pulse duration* 100 μs , dan waktu terapi 10 menit
- 3) Baca nilai *pulse duration* (μs) yang terbaca pada standar dan catat pada lembar kerja ketika keadaan pembacaan telah stabil.
- 4) Ulangi langkah 4 sebanyak 5 (lima) kali untuk mendapatkan pembacaan berulang
- 5) Ulangi prosedur 2-5 untuk pulse duration 200 μs , 500 μs , dan 1000 μs

Gambar 16. *Pulse Duration*e. Pengukuran *Intensitas Therapy* (mA)

- 1) Atur *decade resistance box* untuk nilai 1000 ohm
- 2) Setting UUT pada frekuensi 10 Hz, Intensitas 10 mA, *pulse duration* 100 μs , dan waktu terapi 10 menit
- 3) Hidupkan UUT dan standar

- 4) Baca nilai amplitudo (V) yang terbaca pada standar dan catat pada lembar kerja ketika keadaan pembacaan telah stabil;
- 5) Ulangi langkah 4 sebanyak 5 (lima) kali untuk mendapatkan pembacaan berulang;
- 6) Ulangi prosedur 2-5 untuk intensitas therapy 20 mA, 30 mA, 40 mA, dan 50 mA;
- 7) Penghitungan nilai intensitas therapy (I) mengikuti gambar 3.



$$I = \frac{PA}{R}$$

PA = Amplitudo (V)

R = Resistansi (Ω)

Gambar 17. Amplitudo

- f. Pengukuran waktu therapy (detik)
 - 1) Pada saat kita melakukan pengukuran frekuensi atau intensitas, lakukan pula pengukuran waktu therapy dengan setting waktu terapi 10 menit;
 - 2) Pada saat tombol start UUT di tekan, maka tekan tombol START pada stopwacth untuk menghitung waktu putarnya;
 - 3) Tekan tombol STOP pada stopwacth begitu terdengar sinyal suara yang mengindikasikan waktu therapy telah habis;
 - 4) Baca nilai yang tertera pada standar dan catat pada lembar kerja ;
 - 5) Ulangi langkah 1 - 3 sebanyak 3 (tiga) kali untuk mendapatkan pembacaan berulang.

Sub Pokok Bahasan 10: Perhitungan dan Analisa Ketidakpastian Pengukuran

1. Pelaksanaan teknis membuat sebuah model sistem pengukuran yang bisa ditunjukkan dalam suatu persamaan.
2. Pelaksana teknis mengidentifikasi sumber-sumber ketidakpastian type A dan ketidakpastian type B

3. Pelaksana teknis menghitung nilai ketidakpastian type A dan B dengan memperhatikan :
 - a. Data hasil pengukuran berulang;
 - b. Spesifikasi alat ukur;
 - c. Ketidakpastian standar;
 - d. Drift standar;
 - e. Data kondisi lingkungan
4. Pelaksana teknis menghitung Koefisien sensitifitas;
5. Pelaksana teknis menghitung Derajat kebebasan;
6. Pelaksana teknis menghitung nilai ketidakpastian gabungan (*combined uncertainty*), derajat kebebasan efektif dan nilai ketidakpastian yang diperluas (*expanded uncertainty*);
7. Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran Hasil Pengujian dan Kalibrasi alat *electrostimulator (EST)*.

a. Model matematis.

Metode kalibrasi adalah *direct calibration* (kalibrasi langsung), STANDAR dan UUT dihubungkan secara langsung.

1) Kalibrasi frekuensi (Hz)

a) Model Matematis

$$C = f_{std} - f_{uut}$$

C : Koreksi penunjukan frekuensi pada UUT

f_{std} : Nilai frekuensi yang terukur pada standard

f_{uut} : Nilai frekuensi yang ditampilkan oleh UUT

b) Analisa Perhitungan ketidakpastian

Sumber-sumber ketidakpastian pengukuran

(1) Tipe A :

- Pengamatan berulang frekuensi oleh scope meter
- Koefisien sensitifitasnya adalah 1
- Derajat kebebasan untuk lima kali pengukuran = 4

(2) Tipe B

- Nilai ketidakpastian Standar (scope meter) berdasarkan sertifikat kalibrasinya
- Resolusi UUT ;
- *Drift Scope* meter;
- Koefisien sensitifitasnya didapatkan dari model matematis diatas, dimana model matematis tersebut mempunyai nilai turunan pertama yaitu 1;

- Derajat kebebasan pada masing-masing sumber ketidakpastian Tipe B dengan ditentukan nilai reliabilitasnya 10 adalah = 50.
 - c) Menghitung ketidakpastian gabungan, derajat kebebasan efektif dan ketidakpastian bentangan.
- 2) Kalibrasi Intensitas therapy (mA)
- a) Model Matematis
- $$C = I_{std} - I_{uut}$$

Dimana,

C : Koreksi penunjukan intensitas therapy pada UUT

I_{std} : Nilai intensitas therapy yang terukur pada standard

I_{uut} : Nilai intensitas therapy yang ditampilkan oleh UUT

- b) Analisa Perhitungan ketidakpastian
Sumber-sumber ketidakpastian pengukuran

(1) Tipe A

- Pengamatan berulang tegangan oleh scope meter
- Koefisien sensitifitas untuk V :

$$cV = \frac{\partial i}{\partial v} = \frac{1}{R}$$

- Koefisien sensitivitas untuk R :

$$cR = \frac{\partial i}{\partial R} = - \frac{V}{R^2}$$

- Derajat kebebasan untuk lima kali pengukuran = 4

(2) Tipe B

- Nilai ketidakpastian Standar (*scope meter, Decade R Box*) berdasarkan sertifikat kalibrasinya.
- Resolusi UUT;
- *Drift* Standar (*scope meter, Decade R Box*);
- Koefisien sensitifitas untuk V :

$$cV = \frac{\partial i}{\partial v} = \frac{1}{R}$$

- Koefisien sensitivitas untuk R :

$$cR = \frac{\partial I}{\partial R} = - \frac{v}{R^2}$$

- Derajat kebebasan pada masing-masing sumber ketidakpastian Tipe B dengan ditentukan nilai reliabilitasnya 10 adalah = 50.
- c) Menghitung ketidakpastian gabungan, derajat kebebasan efektif dan ketidakpastian bentangan

3) Kalibrasi pewaktu (detik)

a) Model Matematis

$$C = t_{std} - t_{uut}$$

C : Koreksi penunjukan pewaktu pada UUT

t_{std} : Nilai pewaktu yang terukur pada *standard*

t_{uut} : Nilai pewaktu yang ditampilkan oleh UUT

b) Analisa Perhitungan ketidakpastian

Sumber-sumber ketidakpastian pengukuran

(1) Tipe A

- Pengamatan berulang pewaktu oleh stopwatch;
- Koefisien sensitifitasnya adalah 1;
- Derajat kebebasan untuk 3 (tiga) kali pengukuran = 2;

(2) Tipe B

- Nilai ketidakpastian Standar (*stopwatch*) berdasarkan sertifikat kalibrasinya.
- Resolusi UUT;
- Drift Standar;
- Kesalahan operator 0,2 detik;
- Koefisien sensitifitasnya didapatkan dari model matematis diatas, dimana model matematis tersebut mempunyai nilai turunan pertama yaitu 1
- Derajat kebebasan pada masing-masing sumber ketidakpastian Tipe B dengan ditentukan nilai reliabilitasnya 10 adalah = 50.

- c) Menghitung ketidakpastian gabungan, derajat kebebasan efektif dan ketidakpastian bentangan

Tabel 3 : *Uncertainty Budget*

No.	Komponen	Distribusi	U	Pembagi	ui
1.	Pengukuran Berulang	Normal	σ	$\sqrt{n}$	$\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
2.	Sertifikat Standar	Normal	$U_{\text{Sertif stand}}$	k	$\frac{U_{\text{Sertif stand}}}{k}$
3.	Resolusi	Rectangular	U_{resolusi}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{resolusi}}}{\sqrt{3}}$
4.	Drift	Rectangular	U_{drift}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{drift}}}{\sqrt{3}}$

Nilai ambang batas dan nilai penyimpangan (toleransi) yang diizinkan

1. Evaluasi hasil pengujian keselamatan listrik, mengacu pada sub pokok bahasan 8 : Pengujian keselamatan listrik
2. Evaluasi hasil pengujian kinerja

Tabel 4. Nilai Toleransi Untuk Tiap Parameter Pengujian Kinerja

No	Parameter	Toleransi
1.	Frekuensi (Hz)	$\pm 20 \%$
2.	Lebar Pulsa (μs)	$\pm 20 \%$
3.	Intensitas Therapy (mA)	$\pm 20 \%$
4.	Waktu Therapy (detik)	$\pm 20 \%$

Sub Pokok Bahasan 11: Telaah Teknis

1. Lakukan telaah teknis berdasarkan kondisi fisik dan fungsi alat
2. Lakukan Telaah Teknis keselamatan listrik berdasarkan hasil pengujian keselamatan listrik **mengacu sub pokok bahasan 8 : Pengujian keselamatan listrik.**
3. Lakukan telaah teknis pengujian kinerja berdasarkan Prosedur Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan Nomor PO.002-18 dengan penjelasan sebagai berikut :

Pengukuran Kinerja :

- a) $\geq 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah memenuhi persyaratan
- b) $< 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah tidak memenuhi persyaratan

Tabel 5. Telaah Teknis

Parameter Kinerja	Telaah teknis pengujian kinerja
Seluruh Parameter Kinerja masuk dalam batas toleransi	Memenuhi Persyaratan
Salah satu Parameter Kinerja diluar batas toleransi	Tidak Memenuhi Persyaratan

Batas Koreksi atau kesalahan relatif dan Ketidakpastian
 Harga mutlak nilai koreksi ditambah dengan harga mutlak nilai ketidakpastian pengukuran adalah lebih kecil/sama dengan nilai toleransi ($|C| + |U| \leq \text{toleransi}$)

Sub Pokok Bahasan 12: Kesimpulan

- a. Pernyataan kesesuaian diberikan dengan bobot perhitungan sebagai berikut:
 - a) Hasil pemeriksaan fisik dan fungsi memberikan kontribusi 10 % dari pernyataan;
 - b) Hasil pengujian keselamatan listrik memberikan kontribusi 40 % dari pernyataan;
 - c) Hasil pengukuran atau uji kinerja memberikan kontribusi 50 % dari pernyataan.
- b. Pernyataan akhir dari kesesuaian dinyatakan dengan LAIK PAKAI dan ketidaksesuaian dinyatakan dengan TIDAK LAIK PAKAI.
- c. Pernyataan LAIK PAKAI diberikan bila hasil atau skor akhir sama dengan atau melampaui 70 % dan pernyataan TIDAK LAIK PAKAI bila hasil atau skor akhir dibawah 70 %.

VIII. REFERENSI

1. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, 2015;
2. ANSI/AAMI NS4, *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulator*, 2013;
3. *International Standard*, IEC 60601-2-10, *Particular Requirement for Basic Safety and Essential Performance of Nerve and Muscle Stimulator*, 2012;
4. SNI IEC 62353:2014, *Pengujian Berkala dan Pengujian Setelah Perbaikan pada Peralatan Elektromedik*, 2014;
5. KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016.
6. Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat kesehatan; Metode Kerja Nomor 022

IX. LAMPIRAN

1. Panduan Simulasi
2. *Checklist* Simulasi
3. Panduan Pengisian Lembar Kerja
4. Lembar Kerja

Lampiran 1.

PANDUAN SIMULASI

Materi Inti 6- Pengujian dan Kalibrasi Elektrostimulator

Tujuan:

Setelah mengikuti simulasi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi alat elektrostimulator.

Petunjuk:

1. Pelatih/Fasilitator membagi peserta menjadi 2 kelompok, Masing-masing kelompok *skill station* terdiri atas @10 peserta 1 instruktur sebagai pembimbing;
2. Masing-masing kelompok memilih ketua, sekretaris dan penyaji. (5 menit)
3. Dari Masing-masing kelompok dibagi menjadi 2 kelompok kecil (*grup*), 1 grup terdiri atas 5 peserta (@5 orang);
4. Pelatih/Fasilitator mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan simulasi *skill station*.
5. Setiap peserta dalam kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) masing-masing diberi kesempatan untuk melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan elektrostimulator dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat elektrostimulator, meliputi: (90 menit)
 - a. Cara pemeriksaan fisik dan fungsi elektrostimulator;
 - b. Cara pengujian keselamatan listrik;
 - c. Cara pengukuran kinerja elektrostimulator;
 - d. Cara mengisi lembar kerja pengujian kalibrasi alat elektrostimulator.
 Selanjutnya dilanjutkan grup 2 sesuai kelompoknya.
6. Instruktur memberikan penilaian terhadap simulasi yang dilakukan peserta di dalam kelompok masing-masing dengan menggunakan checklist yang telah disiapkan.
7. Tiap kelompok mempresentasikan cara pengujian dan kalibrasi alat elektrostimulator. Peserta dari kelompok lain dapat memberikan pertanyaan ataupun tanggapan. (2 x 15 menit = 30 menit)
8. Pelatih/Fasilitator memberikan klarifikasi dan merangkum hasil seluruh proses simulasi yang dilakukan oleh peserta. (10 menit)

Waktu 5 Jpl x 45 menit = 225 menit

Lampiran II

PENILAIAN PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN ELEKTROSTIMULATOR

NAMA PESERTA :

ASAL INSTANSI :

NO ABSEN :

NO.	KRITERIA UNJUK KERJA	KRITERIA UNJUK KERJA			
		0	1	2	3
1.	Menyiapkan Pelaksanaan pengujian kalibrasi alat kesehatan elektro stimulator : a. Menyiapkan alat kesehatan elektro stimulator sesuai Metode Kerja. b. Menyipakan Lembar Kerja sesuai dengan alat yang akan diuji dan dikalibrasi. c. Menyiapkan alat ukur disiapkan sesuai Standar Prosedur Operasional alat ukur.				
2.	Melaksanakan pendataan administrasi, pendataan alat kesehatan elektro stimulator dan pendataan alat ukur yang digunakan a. Seluruh data administrasi pada lembar kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi pemilik, alamat, no. order, no. telepon. b. Kolom isian data alat kesehatan elektro stimulator pada lembar kerja terisi dengan				

	lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, lokasi alat dan lokasi kalibrasi. c. Kolom isian data alat ukur yang digunakan pada lembar kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, dan berlaku kalibrasi.				
3.	Melakukan pengukuran kondisi lingkungan meliputi : a. Tata cara pengambilan data pengukuran tegangan jala-jala atau catu daya utama menggunakan alat ukur dengan benar sesuai Metode Kerja. b. Tata cara pengambilan data pengukuran suhu dan kelembaban ruangan dengan menggunakan alat ukur dengan benar sesuai Metode Kerja. c. Melakukan pencatatan hasil pengukuran pada lembar kerja secara benar sesuai Lembar Kerja.				
4.	Melakukan pemeriksaan fisik dan fungsi alat elektro stimulator a. Pemeriksaan fisik alat kesehatan elektro stimulator sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada lembar kerja. b. Pemeriksaan fungsi peralatan sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada lembar kerja.				

5	Melakukan pengujian keselamatan listrik : - Menentukan <i>class</i> dan <i>type</i> keselamatan alat kesehatan elektro stimulator secara benar sesuai dengan ketentuan IEC 60601 atau IEC 62353. - Penggunaan alat ukur dilaksanakan sesuai dengan Metode Kerja (instruksi kerja alat ukur). - Pengukuran seluruh parameter keselamatan listrik dicatat pada lembar kerja secara benar sesuai <i>class</i> dan <i>typenya</i>.				
6	Melakukan Pengukuran kinerja : - Tata cara pengukuran kinerja dilaksanakan secara berurutan sesuai Metode Pengujian dan Kalibrasi alat kesehatan elektro stimulator. - Tata Cara Pengujian parameter kalibrasi dicatat pada lembar kerja dan benar sesuai dengan Metode Pengujian dan Kalibrasi. - Tata cara penggunaan Alat ukur dilakukan sesuai Standar Prosedur Operasional (SPO).				
7	Melakukan perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran				

	a. Kolom pengambilan data pada Lembar Kerja terisi secara lengkap. b. Pemindahan data dari lembar kerja ke <i>software</i> perhitungan ketidakpastian pengukuran lengkap dan benar. c. Penentuan Budget ketidakpastian pengukuran benar sesuai Metode Kerja.				
8	Melakukan telaah teknis, kesimpulan hasil kalibrasi, saran kalibrasi a. Telaah teknis dilakukan secara benar mengacu nilai ambang batas keselamatan listrik dan batas toleransi yang diizinkan pada metode kerja. b. Penetapan kesimpulan laik pakai atau tidak laik pakai sesuai metode kerja.				
	SKOR NILAI : $\sum \frac{SKOR}{22} \times 100\%$				

Penguji,

(.....)

Keterangan :

0. Tidak melakukan tindakan dengan benar
1. Melakukan tapi tidak sesuai dengan prosedur
2. Melakukan sesuai dengan prosedur tapi kurang baik
3. Melakukan sesuai dengan prosedur dengan baik dan benar

Lampiran III.

**PANDUAN PENGISIAN LEMBAR KERJA
DAN PEMBUATAN LAPORAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI ELEKTROSTIMULATOR**

Fasilitator menyampaikan di depan peserta pelatihan dengan menjelaskan cara pengisian lembar kerja sampai kepada pembuatan laporan pengujian dan kalibrasi alat Elektrostimulator.

1. Peserta mengisi lembar kerja (*Hard copy*) pengujian kalibrasi Elektrostimulator yang sudah disediakan setelah melakukan praktek pengujian kalibrasi alat Elektrostimulator;
2. Peserta mengisi data administrasi pada lembar kerja;
3. Peserta mengisi daftar alat ukur yang digunakan pengujian dan kalibrasi Elektrostimulator;
4. Peserta mengisi pemeriksaan fisik dan fungsi alat Elektrostimulator dengan cara memberi tanda $\checkmark$ pada kolom yg tersedia;
5. Peserta mengisi hasil pengukuran keselamatan listrik sesuai dengan nilai yg tertera pada ESA dari hasil pengukuran keselamatan listrik;
6. Peserta melakukan pengambilan data pengukuran kinerja sebanyak 5 kali, dan hasil pengukuran direkam pada lembar kerja. Nilai yang direkam sesuai dengan nilai yang ditampilkan oleh alat ukur;
7. Peserta melakukan tabulasi data pengujian kalibrasi dari lembar kerja (*hard copy*) ke dalam format excell yang telah disediakan.

Materi Inti 6 - Pengujian dan Kalibrasi Elektrostimulator

[illegible]

perpustakaan.kemkes.go.id



MATERI INTI 7

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT LAMPU OPERASI



**MODUL PELATIHAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN LOW RISK**

perpustakaan.kemkes.go.id

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
I. DESKRIPSI SINGKAT.....	1
II. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	1
A. Tujuan Pembelajaran Umum.....	1
B. Tujuan Pembelajaran Khusus	2
III. POKOK BAHASAN	2
IV. METODE PEMBELAJARAN	2
V. MEDIA DAN ALAT BANTU	2
VI. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	3
VII. URAIAN MATERI	4
A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat Lampu Operasi.....	4
B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat Lampu Operasi.....	5
C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Kerja Alat Lampu Operasi	6
VIII. REFERENSI	23
IX. LAMPIRAN	23

perpustakaan.kemkes.go.id

MATERI INTI 7

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT LAMPU OPERASI

I. DESKRIPSI SINGKAT

Peralatan kesehatan merupakan salah satu fasilitas yang memegang peranan penting dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan masyarakat. Pelayanan kesehatan yang berkesinambungan perlu didukung dengan peralatan yang selalu dalam kondisi laik pakai. Peralatan kesehatan laik pakai dapat dipenuhi dengan melakukan pengujian/kalibrasi secara periodik dan terencana.

Pengujian dan atau Kalibrasi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara periodik dan terencana. Tujuannya agar alat kesehatan dapat dimanfaatkan secara optimal (*utility*) dan laik pakai yaitu aman (*safe*) dan tepat (*accurate*).

Manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan sangat dibutuhkan untuk pengelolaan peralatan kesehatan karena berkaitan dengan keamanan, ketepatan dan pembiayaan. Didalam melakukan manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dibidangnya. Untuk meningkatkan kompetensi sumber daya manusia dilakukan upaya pelatihan yang komprehensif dan berkesinambungan.

Terdapat sekitar ratusan jenis alat kesehatan yang beredar di Indonesia, namun pada pelatihan ini diharapkan peserta mampu melakukan tatalaksana pengujian dan kalibrasi 7 alat kesehatan level low risk. Hal yang perlu diketahui oleh peserta pelatihan mengenai pengujian dan kalibrasi alat kesehatan level low risk mulai dari menjelaskan prinsip kerja alat, mengoperasikan alat, mengoperasikan alat ukur pengujian dan kalibrasi, melakukan pengujian dan kalibrasi dan melakukan evaluasi ketidakpastian pengukuran hasil pengujian dan kalibrasi Alat.

Hal yang akan dibahas dalam pelatihan ini yaitu:

II. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mengikuti materi ini, peserta mampu melakukan Pengujian dan Kalibrasi Lampu Operasi

B. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mengikuti materi, peserta mampu:

1. Menjelaskan prinsip kerja alat lampu operasi;
2. Mengoperasikan alat lampu operasi;
3. Melakukan pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi.

III. POKOK BAHASAN

Dalam modul ini akan dibahas pokok bahasan dan sub pokok bahasan sebagai berikut:

- A. Pokok Bahasan 1. Prinsip kerja alat lampu operasi
- B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian alat lampu operasi
- C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan kalibrasi alat Lampu Operasi

Pengujian dan kalibrasi alat suction pump meliputi :

1. Tujuan;
2. Ruang lingkup;
3. Referensi yang digunakan;
4. Alat ukur yang digunakan;
5. Standar Prosedur Operasional (SPO) alat ukur;
6. Kondisi lingkungan;
7. Pemeriksaan fisik dan fungsi;
8. Pengujian keselamatan listrik;
9. Pengukuran kinerja;
10. Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran;
11. Telaah teknis;
12. Kesimpulan.

IV. METODE PEMBELAJARAN

1. Curah pendapat;
2. Ceramah tanya jawab;
3. Demo;
4. Diskusi kelompok;
5. Penugasan.

V. MEDIA DAN ALAT BANTU

1. Bahan tayang;
2. Modul Pelatihan;
3. Laptop;
4. LCD;
5. Lampu operasi;
6. Lux Meter;

7. Themohyrometer;
8. Meteran;
9. Panduan diskusi kelompok;
10. Pedoman praktikum.

VI. **LANGKAH – LANGKAH PEMBELAJARAN**

Berikut disampaikan langkah-langkah kegiatan dalam proses pembelajaran materi ini:

Langkah 1. Pengkondisian

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyapa peserta dengan ramah dan hangat. Apabila belum pernah menyampaikan sesi di kelas, mulailah dengan perkenalan. Perkenalkan diri dengan menyebutkan nama lengkap, instansi tempat bekerja dan materi yang akan disampaikan.
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.

Langkah 2. Penyampaian Materi

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyampaikan paparan seluruh materi sesuai urutan pokok bahasan dan sub pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.
2. Materi pokok bahasan disampaikan dengan urutan sebagai berikut: Persiapan ruangan dan peralatan dalam kondisi siap pakai ,
3. Materi disampaikan dengan metode curah pendapat dan ceramah tanya jawab.

Langkah 3. Penugasan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator membagi peserta dalam 6 kelompok dan meminta mereka untuk berdiskusi dalam kelompok masing masing dengan tema diskusi yang telah ditentukan.
2. Hasil diskusi dituliskan dalam vlip chart atau bahan tayang.
3. Tugas yang kedua yaitu simulasi dengan tema yang telah ditentukan yaitu sama dengan tema dalam diskusi kelompok.
4. Satu kelompok melakukan simulasi di depan kelas, kelompok yang lain memperhatikan, bergantian sampai semua kelompok mendapatkan giliran dan di akhir sesi dapat menanyakan hal yang kurang jelas.
5. Dibuat rangkuman hasil simulasi yang telah dilakukan oleh semua kelompok.

6. Tugas yang ketiga yaitu praktek.
7. Hasil praktik dituliskan dalam flip chart atau bahan tayang dan dibuat rangkuman

Langkah 4. Presentasi

Langkah pembelajaran:

1. Masing – masing kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi didepan teman yang lain dan fasilitator, kemudian kelompok yang lain memberikan tanggapan.
2. Fasilitator memberikan umpan balik dan mengarahkan hasil diskusi sesuai tujuan pembelajaran.

Langkah 5. Rangkuman dan kesimpulan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator melakukan evaluasi untuk mengetahui penyerapan peserta terhadap materi yang disampaikan dan pencapaian tujuan pembelajaran.
2. Fasilitator merangkum poin-poin penting dari materi yang disampaikan.
3. Fasilitator membuat kesimpulan.
4. Fasilitator memberikan apresiasi pada peserta, dan menutup proses pembelajaran dengan mengucapkan terima kasih.

VII. URAIAN MATERI

A. Pokok Bahasan 1. Prinsip kerja Alat Lampu Operasi

Sub Pokok Bahasan: -

Lampu operasi termasuk alat kesehatan kategori low risk berdasarkan permenkes 54 tahun 2015. Lampu operasi memiliki fungsi utama untuk menerangi objek pada saat dilakukan tindakan operasi atau pembedahan.

Pencahayaan tempat operasi/bedah tergantung dari kualitas pencahayaan dari sumber sinar lampu operasi/bedah yang menggantung (overhead). Cahaya atau penyinaran haruslah sedemikian sehingga kondisi patologis bisa dikenal. Lampu operasi/bedah yang menggantung (overhead), haruslah memberikan kontras terhadap kedalaman dan hubungan struktur anatomis. Lampu sebaiknya dilengkapi dengan kontrol intensitas. Dokter bedah akan meminta cahaya agar lebih terang jika diperlukan. Lampu cadangan harus tersedia.

Bagian dari lampu operasi :

pada umumnya lampu operasi memiliki komponen yang serupa yang masing-masing memiliki fungsi tertentu, yaitu:

1. Cup lampu, tempat bola lampu dipasang
2. Tangkai lampu berfungsi untuk menopang lampu
3. Reflector berfungsi merefleksikan cahaya dari bola lampu yang terpasang
4. Pengatur fokus dipergunakan untuk mengatur agar cahaya lampu terfokus pada satu area. Komponen ini lebih banyak dipergunakan pada jenis lampu operasi portable yang dapat dengan mudah dipindahkan dan memiliki tangkai lampu yang mudah digerak-gerakkan sesuai dengan keinginan dan kebutuhan dari sang dokter.
5. Dimmer berfungsi sebagai pengatur kekuatan cahaya sehingga dapat diperoleh tingkat pencahayaan yang tepat
6. Trafo, untuk mengatur tegangan listrik pada lampu yang dipergunakan, yang pada umumnya memerlukan tegangan sebesar 24 volt
7. Saklar untuk mematikan dan menyalakan lampu

B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian alat lampu operasi

Sub Pokok Bahasan: -

Didalam penggunaan alat kesehatan lampu operasi harus berdasarkan prosedur yang baik dan benar sehingga didapat hasil yang optimal. Contoh umum dari Standar Prosedur operasional lampu operasi sebagai berikut :

1. Pastikan tegangan listrik sesuai untuk menyalakan lampu;
2. Pastikan kabel power terhubung dengan baik ke sumber listrik untuk lampu operasi jenis mobile, untuk jenis ceiling pastikan proteksi pengaman listrik (saklar/MCB) dalam kondisi ON;
3. Tekan tombol ON/OFF pada unit untuk menyalakan lampu operasi.
4. Sesuaikan intensitas terang, tinggi, dan derajat kemiringan lampu sesuai dengan kebutuhan pengguna;
5. Ketika lampu menyala, hati-hati untuk tidak menyentuh lampu maupun penutupnya dikarenakan tingginya suhu lampu;
6. Untuk mengurangi resiko sengatan listrik, jangan membuka penutup lampu dalam kondisi menyala;
7. Setelah penggunaan matikan lampu dengan menekan tombol ON/OFF;
8. Gunakan kain halus untuk membersihkan bagian luar lampu;
9. Gunakan kain halus untuk membersihkan debu di kaca saring dan penutup;

10. Ketika mengganti lampu, hati-hati untuk tidak menyentuh bola lampu dengan tangan yang tidak berpelindung dan pastikan lampu operasi tidak terhubung ke sumber listrik.

C. Pokok Bahasan 3: Pengujian dan Kalibrasi Alat Lampu Operasi

Sub Pokok Bahasan 1: Tujuan

Modul ini bertujuan untuk melakukan pengujian Lampu Operasi (Ceiling Type) disebut (UUT) dengan cara melakukan pengamatan fisik dan fungsi alat, pengukuran keselamatan listrik dan mengukur intensitas cahaya yang dipancarkan, agar sesuai dengan standar.

Sub Pokok Bahasan 2: Ruang lingkup

Modul ini dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan/ atau kalibrasi lampu operasi dengan parameter sebagai berikut :

1. Pengujian
 - a. Pemeriksaan fisik
 - b. Pengujian fungsi
 - c. Pengujian keselamatan listrik
2. Kalibrasi

pencahayaan pusat (*Central Illumination*) : 0 s.d 400 Klux

Sub Pokok Bahasan 3: Referensi yang digunakan

1. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, 2015;
2. SNI IEC 62353:2014, Pengujian Berkala dan Pengujian Setelah Perbaikan pada Peralatan Elektromedik
3. KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016
4. IEC 60601-2-41 edisi 2.1 201310.

Sub Pokok Bahasan 4: Alat ukur yang digunakan

1. Lux Meter
2. Thermohygrometer
3. Electricalsafety Analyzer
4. Meteran

Sub Pokok Bahasan 5: Standar prosedur Operasional alat ukur

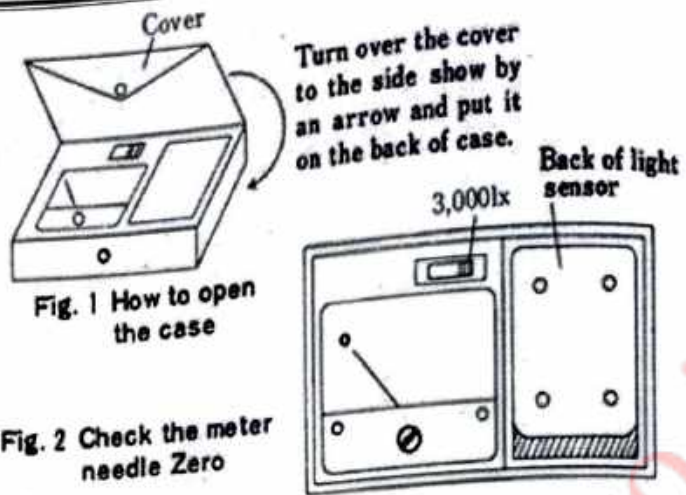
1. Lux Meter



Gambar 1 Lux Meter

Cara Pengoperasian Lux meter :

1. Buka penutup dari kotaknya. (Gambar 1)
2. Pastikan bahwa cahaya tidak masuk ke detektor, putar pemilih rentang sampai 3.000 lx dan periksa jarum nol. (Gambar 2)
3. Ambil detektor dan tempatkan di mana pengukuran yang akan diambil, memungkinkan cahaya untuk masuk ke jendela penerima cahaya dan ambil bacaan yang ditunjukkan saat jarum berhenti bergerak.
4. Putar switch dari pemilih rentang ke kisaran di mana mudah dalam pembacaannya.
5. Pada penyelesaian pengambilan bacaan, putar pemilih rentang pada 3.000 lx dan tempatkan detektor kembali ke kotaknya.



Gambar 2 Lux Meter

Tempatkan sensor cahaya dalam kotaknya tanpa menampakkan (menghadapkan keluar) sensor cahaya untuk mencegah adanya cahaya yang masuk ke jendela penerima cahaya.

2. Thermohygrometer
Cara Pengoperasian:



Gambar 3 Thermohygrometer

1. Siapkan Thermo-Hygrometer (TH).
2. Masukkan batrey AA 1,5 Vdc, maka (TH) akan "On"
3. Letakan (TH) pada posisi yang kita tentukan.
4. Penempatan sensor suhu dapat dipindah pindah sesuai kebutuhan.
5. Tekan tombol "Func" untuk mengetahui suhu "Max dan Min" dan tombol "Reset" untuk mereset ulang (TH).
6. Alat siap digunakan.

Sub Pokok Bahasan 6: Kondisi lingkungan

kondisi lingkungan pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi sebagai berikut :

1. Suhu ruang : $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
2. Kelembaban : $55\% \text{RH} \pm 15\% \text{RH}$
3. Tegangan jala-jala : $220\text{ V} \pm 10\%$

Sub Pokok Bahasan 7: Pemeriksaan fisik dan fungsi

Lakukan pemeriksaan pengamatan fisik dan fungsi lampu operasi meliputi:

1. Periksa kondisi fisik dan fungsi alat meliputi : Badan dan permukaan alat, kabel power dan aksesoris, tombol dan control.
 2. Catat kondisi kondisi tersebut pada lembar kerja.
 3. Lampu dan reflektor : periksa kondisi lampu apakah terpasang dengan benar, berfungsi atau tidak dan sesuai spesifikasi, periksa juga kaca reflektor.
 4. Focus Handle : periksa apakah berfungsi sebagaimana mestinya.
- Untuk jenis Ceiling periksa pergerakannya secara bebas serta pengeremannya

Sub Pokok Bahasan 8: Pengujian keselamatan listrik Pengujian keselamatan listrik**Prosedur Pengujian keselamatan listrik****1. Pengukuran Resistansi Pembumian Protektif**

- a. Pengukuran harus dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang mampu mengalirkan arus sekurang-kurangnya 200 mA dalam 500 m Ω . Tegangan sirkuit terbuka tidak boleh lebih dari 24 V.
- b. Jika menggunakan pengukuran arus searah maka harus diulang pada polaritas yang berlawanan. Nilai yang terukur tidak boleh melampaui nilai yang diijinkan. Nilai yang tertinggi harus didokumentasikan.
- c. Resistansi pembumian protektif tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut:

(1) Untuk Peralatan elektromedik atau sistem elektromedik dengan kabel catu daya yang tidak dapat dilepas

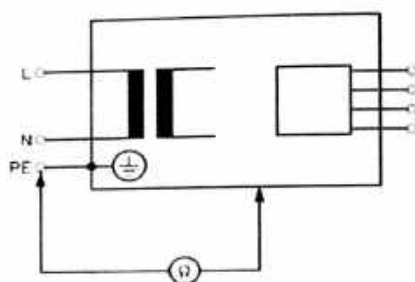
Resistansi antara konektor pembumian protektif dari konektor utama dan bagian konduktif yang dapat diakses yang tersambung ke pembumian protektif dari peralatan elektromedik atau Sistem elektromedik yang tidak boleh lebih dari 300 m Ω (lihat **gambar 4**).

(2) Untuk peralatan elektromedik atau sistem elektromedik dengankabel catu daya yang dapat dilepas.

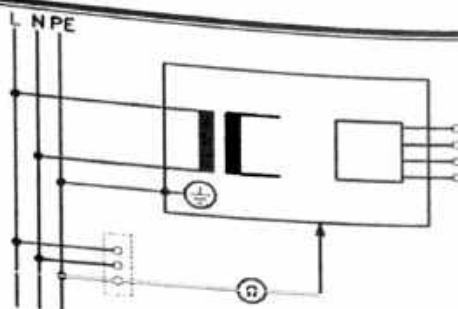
Resistansi antara konektor pembumian protektif dari kotak kontak pada peralatan dan bagian konduktif yang dapat diakses yang tersambung ke pembumian protektif dari Peralatan elektromedik atau sistem elektromedik tidak boleh lebih dari 200 m Ω . Untuk kabel catu daya sendiri resistansi antara setiap titik hubungan pembumian tidak boleh lebih dari 100 m Ω . Jika kabel catu daya yang dapat dilepas dan peralatan elektromedik atau sistem elektromedik diukur bersama-sama, resistansi tidak boleh lebih dari 300 m Ω (lihat **gambar 4**). Demikian juga kabel catu daya yang dapat dilepas yang selalu siap pakai harus diukur.

(3) Pada peralatan elektromedik yang diinstalasi permanen

Sambungan pembumian protektif ke catu daya utama harus diuji sesuai dengan yang ditentukan pada **Gambar 5**. Resistansi antara terminal pembumian protektif peralatan elektromedik atau sistem elektromedik dan bagian konduktif yang dapat diakses yang tersambung ke pembumian protektif dari peralatan, yang jika gagal akan menjadi bertegangan, tidak boleh lebih dari 300 m Ω . Pada pengukuran sesuai dengan **Gambar 5** resistansi hubungan pembumian protektif pada catu daya utama boleh diperhitungkan.



Gambar 4 - Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi pembumian protektif pada Peralatan elektromedik yang diputuskan dari catu daya utama

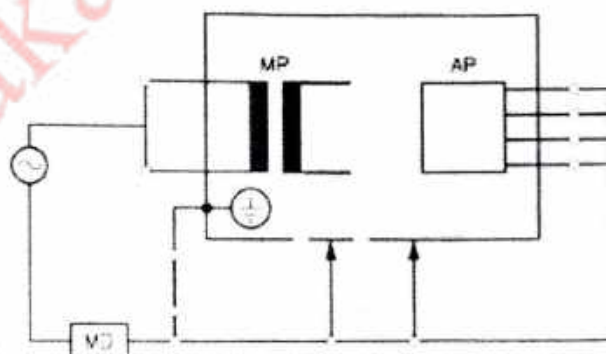


Gambar 5 - Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi pembumian protektif pada peralatan elektromedik atau sistem elektromedik, yang karena alasan fungsional tidak dapat diputus dari catu daya utama, atau padaperalatan elektromedik atau sistem elektromedik yang dihubungkan ke catu daya utama secara permanen

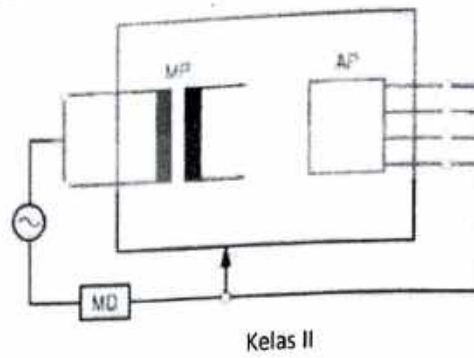
2. Pengukuran Arus Bocor

a. Metode Alternatif

- (1) Peralatan diputuskan dari catu daya utama, dan arus bocor peralatan diukur sesuai dengan **gambar 6**.
- (2) Sakelar pada Bagian Utama harus tertutup selama pengukuran seperti dalam kondisi operasional untuk mencakup semua isolasi dari bagian utama dengan pengukuran tersebut.
- (3) Jika nilai dari metode alternatif lebih dari 5 mA, maka harus dilakukan metode pengukuran yang lain.



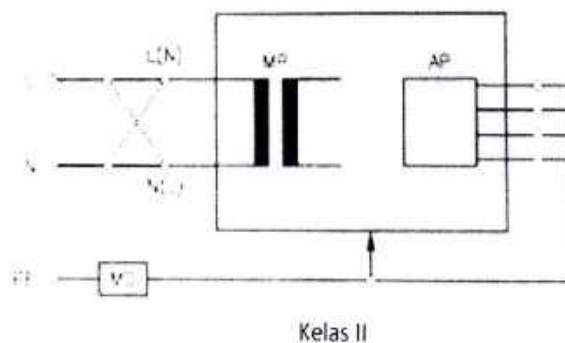
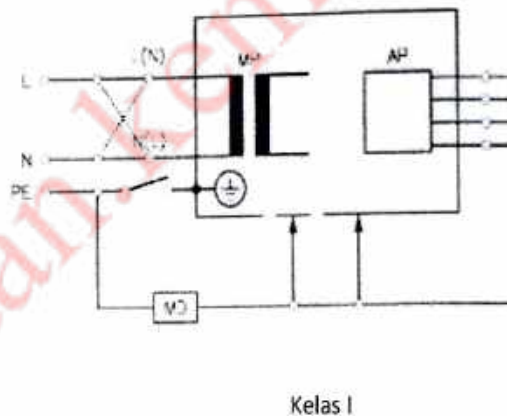
Kelas I



Gambar 6 - Sirkuit pengukur untuk pengukuran Arus Bocor Peralatan – Metode alternatif

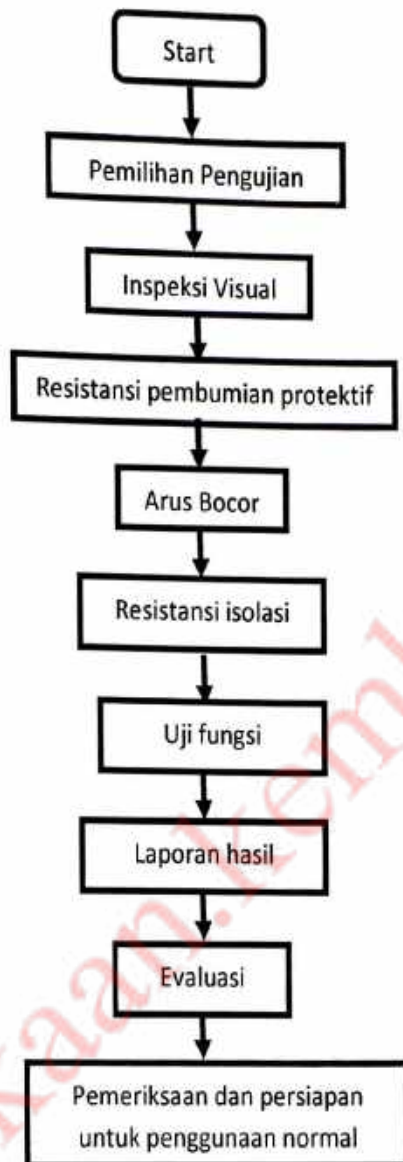
b. Metode langsung

- (1) Pengukuran dilakukan pada: tegangan catu daya utama juga pada posisi konektor utama jika dapat dilakukan, dan sesuai dengan **Gambar 7**.

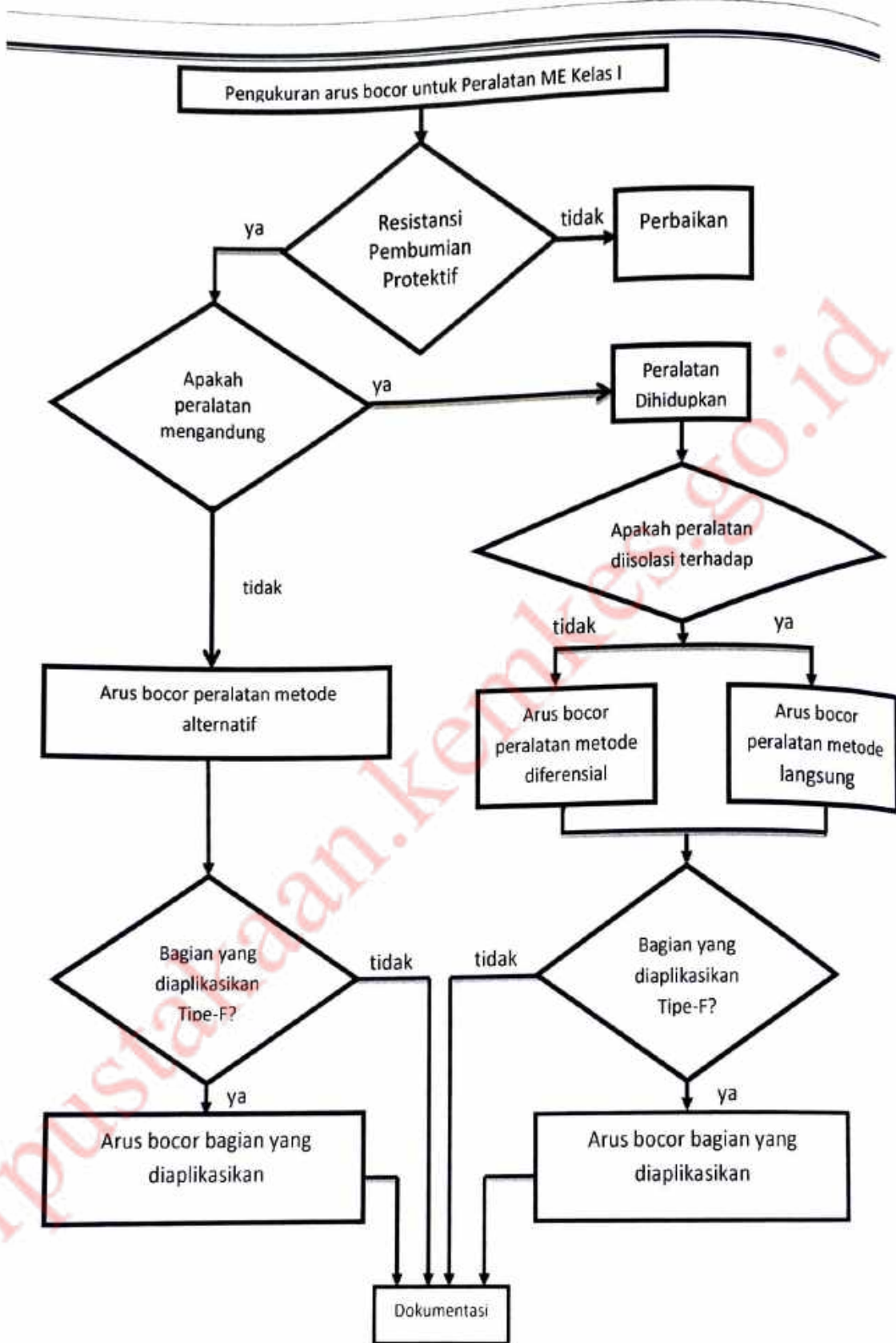


Gambar 7 – Sirkuit pengukur untuk pengukuran Arus Bocor Peralatan – metode langsung

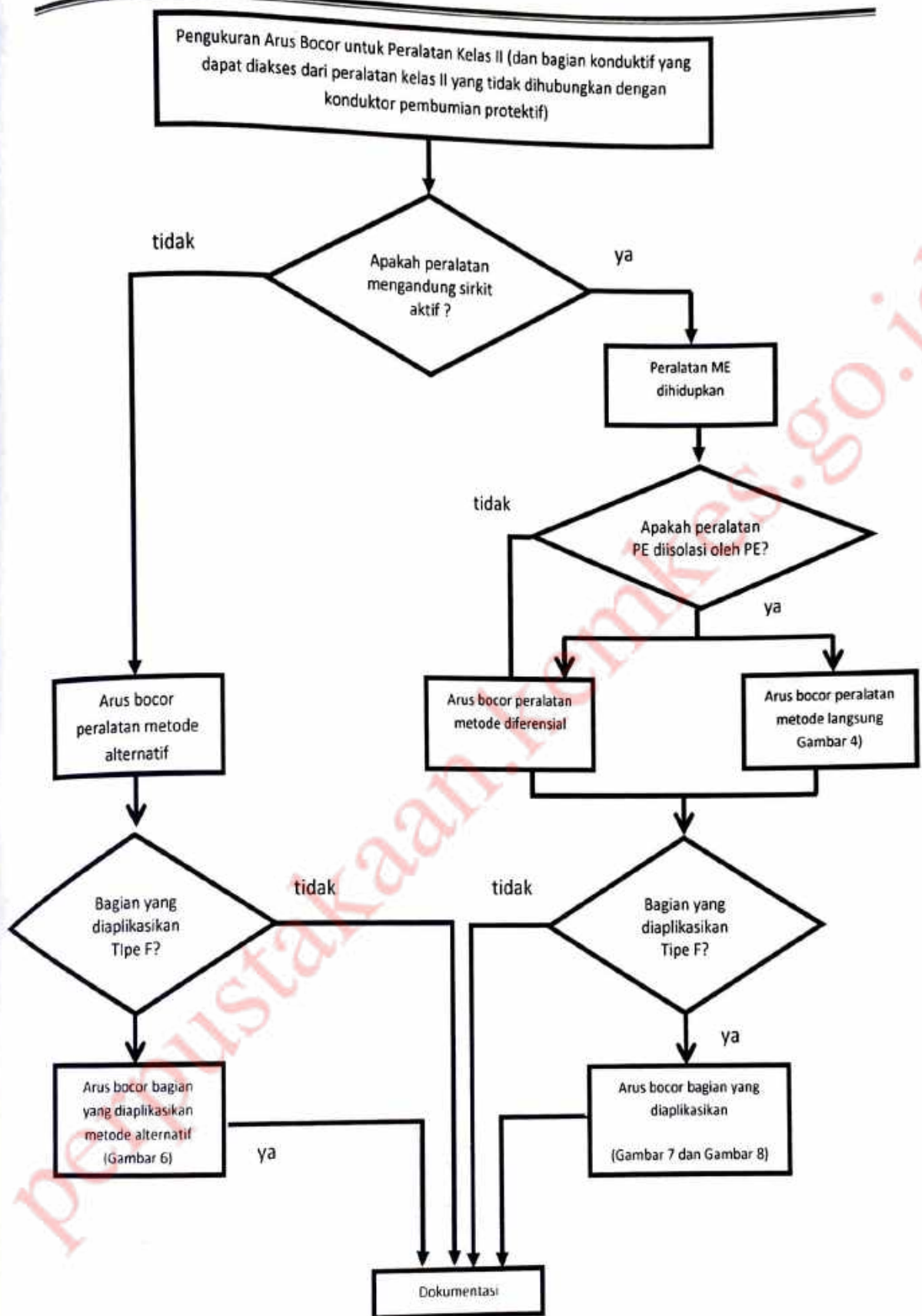
URUTAN PENGUJIAN ARUS BOCOR



Gambar B.1. Urutan Pengujian



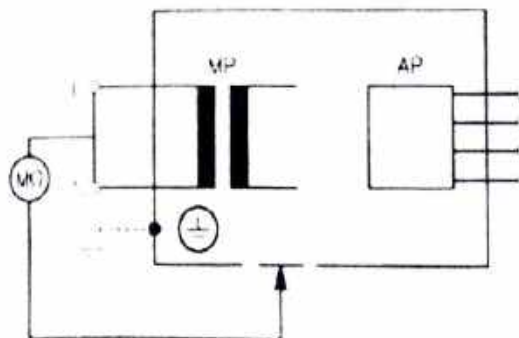
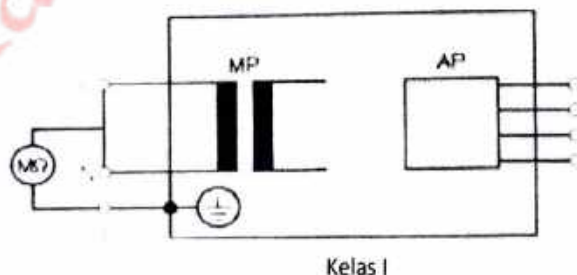
Gambar B.2. Pengukuran Arus Bocor (Peralatan elektromedik Kelas I)



Gambar B.3. Pengukuran Arus Bocor (Peralatan Elektromedik Kelas II dan Bagian Konduktif yang dapat diakses Peralatan elektromedik Kelas II , yang tidak terhubung ke pembumian protektif)

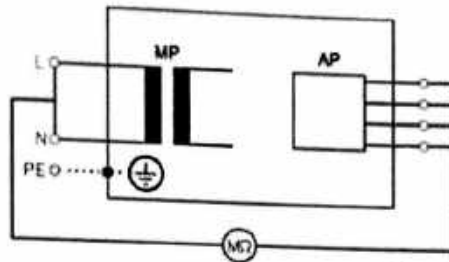
3. Pengukuran Resistansi Isolasi

- Peralatan diputus dari catu daya utama dan resistansi isolasi peralatan diukur sesuai dengan **Gambar 8**, **Gambar 9** dan **Gambar 10**. Selama pengukuran semua sakelar bagian utama harus dalam posisi operasional (ON), termasuk, jika mungkin dilakukan, semua isolasi dari bagian utama selama pengukuran.
- Pengukuran resistansi isolasi harus dilakukan dengan tegangan 500 V (DC.)
- Resistansi isolasi harus diukur antara:
 - Bagian utama dan pembumian protektif dari peralatan Kelas I sesuai dengan **Gambar 8**
 - Bagian utama dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan peralatan Kelas II sesuai dengan **Gambar 8**
 - Bagian Utama dan Bagian yang Diaplikasikan yang berada dalam titik kontak pasien sesuai dengan **Gambar 9**
 - Bagian yang diaplikasikan tipe F yang berada dalam titik kontak pasien dan pembumian protektif dari peralatan Kelas I sesuai dengan **Gambar 10**
 - Bagian yang Diaplikasikan tipe F yang berada dalam titik kontak pasien dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan Kelas II sesuai dengan **Gambar 10**

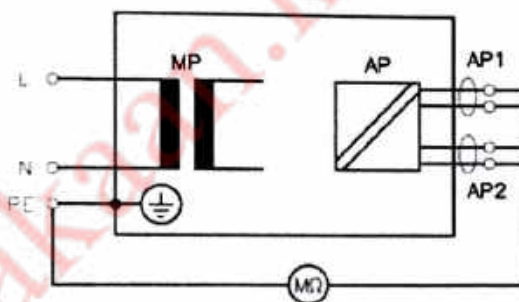


Gambar 8 - Sirkuit pengukur untuk pengukuran isolasi resistansi

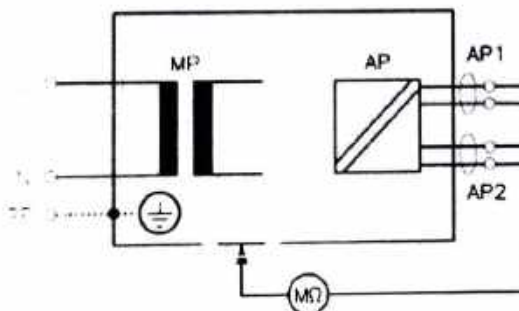
antara bagian utama dan pembumian protektif dari peralatan kelas I dan antara bagian utama dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan Kelas II



Gambar 9. Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi isolasi antara bagian utama dan bagian yang diaplikasikan yang berada dalam titik kontak pasien



Kelas I



Kelas I dan II

Gambar 10. Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi isolasi antara bagian yang diaplikasikan tipe-F yang berada dalam titik kontak pasien dan pembumian protektif dari peralatan kelas I dan antara bagian yang diaplikasikan tipe-F yang berada dalam titik kontak pasien dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan kelas I dan kelas II

Tabel 1: Nilai Ambang batas

No	Parameter	Keterangan	Ambang Batas yang diijinkan
1	Resistansi Pembumian Protektif	Kabel catu daya yang dapat dilepas	$\leq 200 \text{ m}\Omega$
		Peralatan Elektromedik yang diinstal permanen	$\leq 300 \text{ m}\Omega$
2	Arus Bocor Peralatan	Lihat Tabel 2	
3	Resistansi Isolasi		$> 2 \text{ M}\Omega$

Tabel 2. Nilai yang diizinkan untuk arus bocor

Arus	Bagian yang diaplikasikan
	Tipe B
Arus Bocor Peralatan – Metode Alternative	
Arus bocor peralatan untuk bagian konduktif yang dapat diakses dari peralatan elektromedik kelas I yang dihubungkan atau tidak dihubungkan dengan konduktor pembumian protektif	1000
Arus bocor peralatan untuk peralatan elektromedik kelas II	500
Arus Bocor Peralatan – Metode Langsung atau Diferensial	
Arus bocor peralatan untuk bagian konduktif yang dapat diakses dari peralatan elektromedik kelas I yang dihubungkan atau	500

tidak dihubungkan dengan konduktor pembumian protektif	
Arus bocor peralatan untuk peralatan elektromedik kelas II	100

Catatan 1. Standar ini tidak menyediakan metode pengukuran dan nilai yang diizinkan untuk peralatan yang mengeluarkan arus bocor DC dalam hal ini, pabrikan harus menginformasikannya dalam dokumen pendamping

Catatan 2. Standar khusus mungkin membolehkan nilai arus bocor yang berbeda

Sub Pokok Bahasan 9: Pengukuran kinerja

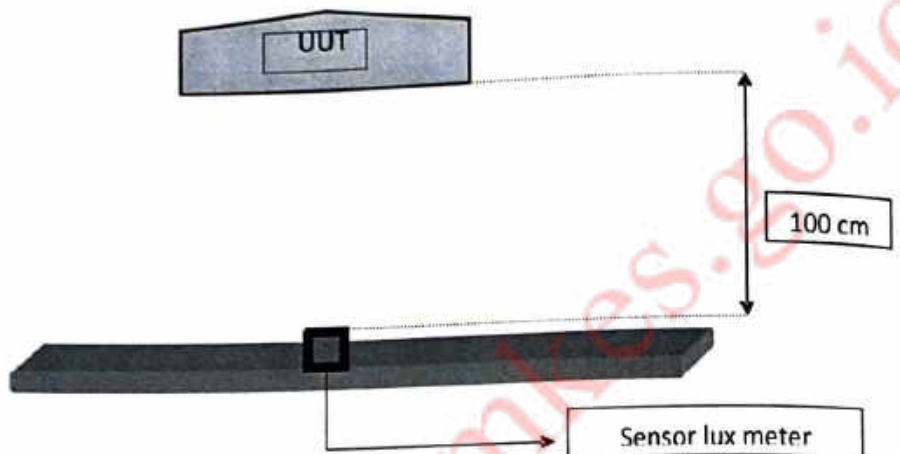
Lakukan persiapan pengukuran kinerja meliputi :

1. Persiapan dokumen
 - a. Metode kerja
 - b. Instruksi kerja
 - c. Lembar kerja
 - d. Label
2. Persiapan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - a. Siapkan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - b. Periksa kelengkapan aksesoris
3. Persiapan alat uji/kalibrasi
 - a. Siapkan alat ukur keselamatan listrik
 - b. Siapkan Thermohygrometer
 - c. Siapkan alat ukur lux meter
 - d. Siapkan meteran
4. Pendataan Administrasi alat yang diuji/kalibrasi di lembar kerja yang minimal terdiri dari :
 - a. Catat identitas penguji
 - b. Catat nama alat
 - c. Catat merek
 - d. Catat model
 - e. Catat nomor seri
 - f. Catat ruangan
 - g. Catat tanggal pelaksanaan
 - h. Catat identitas Fasyankes/pelanggan
5. Pengukuran kondisi lingkungan
 - a. Siapkan & hidupkan Thermohygrometer

- b. Catat suhu & kelembaban awal kerja
- c. Catat suhu & kelembaban akhir kerja

Pengukuran kinerja pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi, lakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Letakkan alat standart diatas meja operasi, seperti gambar dibawah ini;



Gambar 11. Instalasi kalibrasi lampu operasi

2. Hidupkan lampu operasi;
3. Hidupkan alat standart pada satuan KLux
4. Pastikan fokus cahaya tepat mengenai sensor lux meter
5. Catat nilai yang terukur pada display Lux meter pada lembar pengujian.
6. Lakukan pengulangan pengukuran sampai 6 kali pengambilan data.

Sub Pokok Bahasan 10 : Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran

Setelah dilakukan pengambilan data pengukuran, lakukan analisa dan evaluasi data seperti langkah –langkah berikut :

1. Analisa Data & Perhitungan ketidakpastian
Mengacu pada **Materi inti.1 : Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran Hasil Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan.**
 - a. Kalibrasi Central Illumination (*Klux*)
 - 1) Model matematis
Metode pengujian adalah *direct calibration* (kalibrasi langsung),

$$L_A = L_{Std}$$

dimana :

L_A = Central Illumination

L_{Std} = Pembacaan Central Illumination pada Standar

2) Analisa Perhitungan ketidakpastian

a) Sumber-sumber ketidakpastian pengukuran

Tipe A

- (1) Pengamatan berulang Central Illumination oleh standar
- (2) Koefisien sensitifitasnya adalah 1
- (3) Derajat kebebasan untuk lima kali pengukuran = 4

Tipe B

- (1) Nilai ketidakpastian Standar berdasarkan sertifikat kalibrasinya.
- (2) Drift Standar

- b) Koefisien sensitifitasnya didapatkan dari model matematis diatas, dimana model matematis tersebut mempunya nilai turunan pertama yaitu 1
- c) Derajat kebebasan pada masing-masing sumber ketidakpastian Tipe B dengan ditentukan nilai reliabilitasnya 10 adalah = 50.
- d) Menghitung ketidakpastian gabungan, derajat kebebasan efektif dan ketidakpastian bentangan analisa estimasi ketidakpastian

Tabel 3: Uncertainty Budget

No.	Komponen	Distribusi	U	Pembagi	ui
1.	Pengukuran Berulang	Normal	$\hat{c}$	$\sqrt{n}$	$\frac{\hat{c}}{\sqrt{n}}$
2.	Sertifikat Standar	Normal	$U_{Sertif\ stand}$	k	$\frac{U_{Sertif\ stand}}{k}$
3.	Resolusi	Rectangular	$U_{resolusi}$	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{res}}{\sqrt{3}}$

4	Drift	Rectangular	U_{drift}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{drift}}}{\sqrt{3}}$
---	-------	-------------	--------------------	------------	-------------------------------------

2. Nilai ambang batas dan nilai penyimpangan (toleransi) yang diizinkan
 - a. Evaluasi hasil pengujian keselamatan listrik, mengacu pada **Sub Pokok Bahasan 8 : Pengujian keselamatan listrik Pengujian keselamatan listrik**
 - b. Evaluasi hasil pengujian kinerja

Tabel 4 : Nilai toleransi untuk tiap parameter pengujian kinerja

No	Parameter	Ambang Batas yang Diizinkan
1	Maximum Illuminance (KLux)	40 – 160 KLux

Sub Pokok Bahasan 11: Telaah teknis

Lakukan Telaah teknis dan Kesimpulan Telaah teknis hasil pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Lakukan telaah teknis berdasarkan kondisi fisik dan fungsi alat;
2. Lakukan Telaah Teknis keselamatan listrik berdasarkan hasil pengujian keselamatan listrik;
3. Lakukan telaah teknis pengujian kinerja berdasarkan Prosedur Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan Nomor PO.002-18 dengan penjelasan sebagai berikut :

Pengukuran Kinerja :

- a. $\geq 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah memenuhi persyaratan
- b. $< 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah tidak memenuhi persyaratan

Tabel 5. Telaah teknis

Parameter Kinerja	Telaah teknis pengujian kinerja
Seluruh Parameter Kinerja masuk dalam batas toleransi	Memenuhi Persyaratan

Salah satu Parameter Kinerja diluar batas toleransi	Tidak Memenuhi Persyaratan
---	----------------------------

4. Batas Koreksi atau kesalahan relatif dan Ketidakpastian Harga mutlak nilai koreksi ditambah dengan harga mutlak nilai ketidakpastian pengukuran adalah lebih kecil/sama dengan nilai toleransi ($|C| + |U| \leq \text{toleransi}$)

Sub Pokok Bahasan 11: kesimpulan

- Pernyataan kesesuaian diberikan dengan bobot perhitungan sebagai berikut:
 - Hasil pemeriksaan fisik dan fungsi memberikan kontribusi 10 % dari pernyataan
 - Hasil pengujian keselamatan listrik memberikan kontribusi 40 % dari pernyataan
 - Hasil pengukuran atau uji kinerja memberikan kontribusi 50 % dari pernyataan
- Pernyataan akhir dari kesesuaian dinyatakan dengan LAIK PAKAI dan ketidaksesuaian dinyatakan dengan TIDAK LAIK PAKAI.
- Pernyataan LAIK PAKAI diberikan bila hasil atau skor akhir sama dengan atau melampaui 70 % dan pernyataan TIDAK LAIK PAKAI bila hasil atau skor akhir dibawah 70 %
- Tempelkan label hijau jika alat dinyatakan laik pakai dan label merah jika alat dinyatakan tidak laik pakai.

VIII. REFERENSI

- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, 2015.
- SNI IEC 62353:2014, Pengujian Berkala dan Pengujian Setelah Perbaikan pada Peralatan Elektromedik
- ISO SNI 17025
- KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016
- Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan; Metode Kerja Nomor 029
- Prosedur Operasional Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan
- Metode Kerja Uji Keselamatan Listrik

IX. LAMPIRAN

- Panduan Simulasi
- Checklist Simulasi
- Panduan Pengisian Lembar Kerja
- Lembar Kerja Lembar Kerja pengujian kalibrasi alat

perpustakaan.kemkes.go.id

Lampiran I**PANDUAN SIMULASI****Materi Inti 7- Pengujian dan Kalibrasi Lampu Operasi****Tujuan:**

Setelah mengikuti simulasi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi.

Petunjuk:

1. Pelatih/Fasilitator membagi peserta menjadi 2 kelompok, Masing-masing kelompok *skill station* terdiri atas @10 peserta 1 instruktur sebagai pembimbing;
2. Masing-masing kelompok memilih ketua, sekretaris dan penyaji. (5 menit)
3. Dari Masing-masing kelompok dibagi menjadi 2 kelompok kecil (grup), 1 grup terdiri atas 5 peserta (@5 orang);
4. Pelatih/Fasilitator mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan simulasi *skill station*;
5. Setiap peserta dalam kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) masing-masing diberi kesempatan untuk melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan lampu operasi dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi, meliputi: (15 menit)
 - a. Cara pemeriksaan fisik dan fungsi lampu operasi;
 - b. Cara pengujian keselamatan listrik;Kemudian diganti oleh grup 2 sesuai kelompoknya.
6. Kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) selanjutnya masing-masing melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan lampu operasi dan alat ukur yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi, meliputi: (70 menit)
 - a. Cara pengukuran kinerja lampu operasi;
 - b. Cara mengisi lembar kerja pengujian kalibrasi alat lampu operasi.Selanjutnya dilanjutkan grup 2 sesuai kelompoknya.
7. Instruktur memberikan penilaian terhadap simulasi yang dilakukan peserta di dalam kelompok masing-masing dengan menggunakan checklist yang telah disiapkan.
8. Tiap kelompok mempresentasikan cara pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi. Peserta dari kelompok lain dapat memberikan pertanyaan ataupun tanggapan. (2 x 20 menit = 40 menit)

9. Pelatih/Fasilitator memberikan klarifikasi dan merangkum hasil seluruh proses simulasi yang dilakukan oleh peserta. (10 menit)

Waktu 5 Jpl x 45 menit = 225 menit

Lampiran II.**PENILAIAN PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN LAMPU OPERASI**

NAMA PESERTA :

ASAL INSTANSI :

NO ABSEN :

NO	KRITERIA UNJUK KERJA	KRITERIA UNJUK KERJA			
		0	1	2	3
1.	Menyiapkan Pelaksanaan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan lampu operasi : a. Menyiapkan Alat kesehatan Lampu operasi sesuai Metode kerja. b. Menyiapkan Lembar kerja sesuai dengan alat yang akan diuji dan dikalibrasi. c. Menyiapkan Alat ukur disiapkan sesuai Standar prosedur operasional alat ukur.				
2.	Melaksanakan pendataan administrasi, pendataan alat kesehatan Lampu Operasi dan pendataan alat ukur yang digunakan a. Seluruh data administrasi pada lembar kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi pemilik,				

	alamat, no. order, no. telepon. b. Kolom isian data alat kesehatan lampu operasi pada lembar kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, lokasi alat dan lokasi kalibrasi. c. Kolom isian data alat ukur yang digunakan pada lembar kerja terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, dan berlaku kalibrasi.				
3.	Melakukan pengukuran kondisi lingkungan meliputi : a. Tata cara pengambilan data pengukuran tegangan jala-jala atau catu daya utama menggunakan alat ukur dengan benar sesuai Metode Kerja. b. Tata cara pengambilan data pengukuran suhu dan kelembaban ruangan dengan menggunakan alat ukur dengan benar sesuai Metode Kerja. c. Melakukan pencatatan hasil pengukuran pada lembar kerja secara benar sesuai Lembar kerja.				

4.	Melakukan pemeriksaan fisik dan fungsi alat Lampu Operasi: a. Pemeriksaan fisik alat kesehatan lampu operasi sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada lembar kerja. b. Pemeriksaan fungsi peralatan sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada lembar kerja.				
5	Melakukan pengujian keselamatan listrik: a. Menentukan Clas dan type keselamatan alat kesehatan lampu operasi secara benar sesuai dengan ketentuan IEC 60601 atau IEC 62353. b. Penggunaan alat ukur dilaksanakan sesuai dengan metode kerja (instruksi kerja alat ukur). c. Pengukuran seluruh parameter keselamatan listrik dicatat pada lembar kerja secara benar sesuai <i>class</i> dan <i>type</i>-nya.				
6	Melakukan Pengukuran kinerja : a. Tata cara Pengukuran kinerja dilaksanakan				

	secara berurutan sesuai Metode Pengujian dan Kalibrasi alat kesehatan lampu operasi. b. Tata Cara Pengujian parameter kalibrasi dicatat pada lembar kerja dan benar sesuai dengan Metode Pengujian dan Kalibrasi. c. Tata cara penggunaan Alat ukur dilakukan sesuai Standar prosedur operasional (SPO).				
7	Melakukan perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran a. Kolom pengambilan data pada Lembar kerja terisi secara lengkap. b. Pemindahan data dari lembar kerja ke <i>software</i> perhitungan ketidakpastian pengukuran lengkap dan benar. c. Penentuan <i>Budget</i> ketidakpastian pengukuran benar sesuai metode kerja.				
8	Melakukan telaah teknis, kesimpulan hasil kalibrasi, saran kalibrasi a. Telaah teknis dilakukan secara benar mengacu nilai ambang batas keselamatan listrik dan batas toleransi yang				

	diizinkan pada metode kerja. b. Penetapan kesimpulan laik pakai atau tidak laik pakai sesuai metode kerja.				
	SKOR NILAI : $\sum \frac{SKOR}{22} \times 100\%$				

Penguji,

(.....)

Keterangan :

0. Tidak melakukan tindakan dengan benar
1. Melakukan tapi tidak sesuai dengan prosedur
2. Melakukan sesuai dengan prosedur tapi kurang baik
3. Melakukan sesuai dengan prosedur dengan baik dan benar

Lampiran III**PANDUAN PENGISIAN LEMBAR KERJA
DAN PEMBUATAN LAPORAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI LAMPU OPERASI**

Fasilitator menyampaikan di depan peserta pelatihan dengan menjelaskan cara pengisian lembar kerja sampai kepada pembuatan laporan pengujian dan kalibrasi alat lampu operasi.

1. Peserta mengisi lembar kerja (*Hard copy*) pengujian kalibrasi lampu operasi yang sudah disediakan setelah melakukan praktek pengujian kalibrasi alat lampu operasi;
2. Peserta mengisi data administrasi pada lembar kerja;
3. Peserta mengisi daftar alat ukur yang digunakan pengujian dan kalibrasi lampu operasi;
4. Peserta mengisi pemeriksaan fisik dan fungsi alat lampu operasi dengan cara memberi tanda $\checkmark$ pada kolom yg tersedia;
5. Peserta mengisi hasil pengukuran keselamatan listrik sesuai dengan nilai yg tertera pada ESA dari hasil pengukuran keselamatan listrik.
6. Peserta melakukan pengambilan data pengukuran kinerja sebanyak 5 kali, dan hasil pengukuran direkam pada lembar kerja. Nilai yang direkam sesuai dengan nilai yang ditampilkan oleh alat ukur;
7. Peserta melakukan tabulasi data pengujian kalibrasi dari lembar kerja (*hard copy*) ke dalam format excell yang telah disdiakan.

Lampiran IV

Lembar Kerja

Materi Inti 7 - Pengujian dan Kalibrasi Lampu Operasi

LOGO		INSTITUSI					
LEMBAR KERJA PENGUJIAN LAMPU OPERASI							
A. PENDATAAN ADMINISTRASI							
1. Merk	2. Type/Model	4. Nomor Order	5. Tempat Pengujian				
3. Nomor Seri		6. Tanggal Pengujian					
B. DAFTAR ALAT UKUR							
No.	Nama Alat	Merk	Model/Type	No. Seri			
1	Lux Meter						
2	Electrical Safety Analyzer						
3	Thermohygrometer						
C. PENGUKURAN KONDISI LINGKUNGAN							
No.	Parameter	Terukur					
1	Temperatur Ruangan	Awal	°C	Akhir			
2	Kelembaban Ruangan	Awal	%	Akhir			
3	Tegangan Input	1. N	Vac				
		1. PE	Vac				
		N. PE	Vac				
D. PEMERIKSAAN FISIK DAN FUNGSI ALAT							
No.	Parameter	Batasan Pemeriksaan	Hasil Pengamatan				
1	Badan dan permukaan	terlengkap utuh, bersih, terpasang ketat satu dan lainnya dan tidak ada bekas tertimpa cairan ataupun gangguan lainnya	☐ baik ☐ tidak baik				
2	Kotak kontak alat	Periksa apakah ada gangguan pada kotak kontak (AC-POWER). Gerak gesekan kotak kontak untuk memastikan kemampuannya. Gejala gigitan kotak kontak untuk memastikan tidak ada baut atau mur yang longgar	☐ baik ☐ tidak baik				
3	Kabel catu utama	Periksa kabel apakah terlihat ada kerusakan atau bagian kabel yang terkelupas	☐ baik ☐ tidak baik				
4	Sekring pengaman	Periksa sekring yang terpasang pada bagian luar rangkaian, apakah tidak pecah dan isinya sesuai dengan spesifikasi yang tertera pada slot. Sekring pengaman harus berfungsi baik	☐ baik ☐ tidak baik				
5	Tombol saklar dan control	Sebelum menggunakan/mengubah-ubahi tombol kontrol, periksa posisi, jika terlihat tidak berada pada posisi yang benar, periksa dengan menggunakan mode pemeriksaan standar. Berhenti dengan posisi tombol ingat pengamatan tersebut dan jangan lupa mengembalikan pada posisi awal apabila sudah selesai menggunakan alat	☐ baik ☐ tidak baik				
6	Lampu dan reflektor	Periksa kondisi lampu dan reflektor, apakah terpasang dengan benar, berfungsi atau tidak dan tidak rusak	☐ baik ☐ tidak baik				
7	Focus handle	Periksa apakah berfungsi sebagaimana mestinya	☐ baik ☐ tidak baik				
8	Casing	Periksa apakah casing secara fisik serta pengamanannya	☐ baik ☐ tidak baik				
E. PENGUKURAN KESELAMATAN LISTRIK							
No.	Parameter	Terukur	Ambang				
1	Resistansi isolasi	MO	> 2 MO				
2	Arus bocor peralatan metode langsung/tersebut						
a	Kelas II tipe BWF-ICF	µA	≤ 500 µA				
b	Kelas II tipe BWF-ICF	µA	≤ 100 µA				
3	Arus bocor peralatan metode alternatif						
a	Kelas II tipe BWF-ICF	µA	≤ 1000 µA				
b	Kelas II tipe BWF-ICF	µA	≤ 500 µA				
4	Resistansi permukaan isolasi						
a	Insulasi permukaan (PIE)	Ω	≥ 0.3 Ω				
b	Kabel tidak dapat dipisahkan (NPS)	Ω	≤ 0.3 Ω				
c	Kabel dapat dipisahkan (DPS)	Ω	≤ 0.2 Ω				
d	Sistem elektro-mekanik dengan kontak kontak multiball	Ω	≤ 0.5 Ω				
e	Menggunakan sumber tegangan DC						
F. PENGUKURAN KINERJA							
1. Central Illuminance pada jarak 100 cm							
Jenis lampu	Penunjukan Standar (lux)						Ambang Batas
	1	2	3	4	5	6	
Mayor							≥ 0.000 lux
Minor							≥ 0.000 lux
2. Spectral Characteristics							
Parameter	Penunjukan Standar						Ambang Batas
	1	2	3	4	5	6	
Colour Rendering Index							≥ 90
Colour temperature (K)							5000 ± 500
G. TELAAH TEKNIS							
1. Nama alat	2. Jumlah	3. Tidak Jumlah					
4. Kondisi	5. Jumlah	6. Tidak Jumlah					
7. Jumlah	8. Jumlah	9. Tidak Jumlah					
H. KESIMPULAN TELAAH TEKNIS KALIBRASI							
Kesimpulan hasil pengujian kalibrasi alat kesehatan ini adalah...					LAKUKAN PENGUKURAN		
Kesimpulan hasil pengujian kalibrasi alat kesehatan ini adalah...					TIDAK LAKUKAN PENGUKURAN		
Kesimpulan hasil pengujian kalibrasi alat kesehatan ini adalah...							

perpustakaan.kemkes.go.id



MATERI INTI 8

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT ULTRASOUND THERAPY



**MODUL PELATIHAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT KESEHATAN LOW RISK**

perpustakaan.kemkes.go.id

DAFTAR ISI	i
I. DESKRIPSI SINGKAT.....	1
II. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	1
A. Tujuan Pembelajaran Umum.....	1
B. Tujuan Pembelajaran Khusus	2
III. POKOK BAHASAN	2
IV. METODE PEMBELAJARAN	2
V. MEDIA DAN ALAT BANTU	2
VI. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN	3
VII. URAIAN MATERI	4
A. Pokok Bahasan 1. Prinsip Kerja Alat <i>Ultrasound Therapy</i>	4
B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian Alat <i>Ultrasound Therapy</i> ..	5
C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan Kalibrasi Kerja Alat <i>Ultrasound Therapy</i>	6
VIII. REFERENSI	25
IX. LAMPIRAN	25

perpustakaan.kemkes.go.id

MATERI INTI 8

PENGUJIAN DAN KALIBRASI ALAT ULTRASOUND THERAPY

I. DESKRIPSI SINGKAT

Peralatan kesehatan merupakan salah satu fasilitas yang memegang peranan penting dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan masyarakat. Pelayanan kesehatan yang berkesinambungan perlu didukung dengan peralatan yang selalu dalam kondisi laik pakai. Peralatan kesehatan laik pakai dapat dipenuhi dengan melakukan pengujian/kalibrasi secara periodik dan terencana.

Pengujian dan atau Kalibrasi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara periodik dan terencana. Tujuannya agar alat kesehatan dapat dimanfaatkan secara optimal (*utility*) dan laik pakai yaitu aman (*safe*) dan tepat (*accurate*).

Manajemen pengujian dan/atau kalibrasi peralatan kesehatan sangat dibutuhkan untuk pengelolaan peralatan kesehatan karena berkaitan dengan keamanan, ketepatan dan pembiayaan. Didalam melakukan manajemen Pengujian dan atau Kalibrasi peralatan kesehatan dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dibidangnya. Untuk meningkatkan kompetensi sumber daya manusia dilakukan upaya pelatihan yang komprehensif dan berkesinambungan.

Terdapat sekitar ratusan jenis alat kesehatan yang beredar di Indonesia, namun pada pelatihan ini diharapkan peserta mampu melakukan tatalaksana pengujian dan kalibrasi 7 alat kesehatan level *low risk*. Hal yang perlu diketahui oleh peserta pelatihan mengenai pengujian dan kalibrasi alat kesehatan level *low risk* mulai dari menjelaskan prinsip kerja alat, mengoperasikan alat, mengoperasikan alat ukur pengujian dan kalibrasi, melakukan pengujian dan kalibrasi dan melakukan evaluasi ketidakpastian pengukuran hasil pengujian dan kalibrasi Alat.

Hal yang akan dibahas dalam pelatihan ini yaitu:

II. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan Pembelajaran Umum

Setelah mengikuti materi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi alat *Ultrasound Therapy*.

B. Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mengikuti materi, peserta mampu:

1. Menjelaskan prinsip kerja alat *Ultrasound Therapy*;
2. Mengoperasikan alat *Ultrasound Therapy*;
3. Melakukan pengujian dan kalibrasi alat *Ultrasound Therapy*.

III. POKOK BAHASAN

Dalam modul ini akan dibahas pokok bahasan dan sub pokok bahasan sebagai berikut:

- A. Pokok Bahasan 1. Prinsip kerja alat *Ultrasound Therapy*
 - B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian alat *Ultrasound Therapy*
 - C. Pokok Bahasan 3. Pengujian dan kalibrasi alat *Ultrasound Therapy*
- Pengujian dan kalibrasi alat *Ultrasound Therapy* meliputi :

1. Tujuan;
2. Ruang lingkup;
3. Referensi yang digunakan;
4. Alat ukur yang digunakan;
5. Standar Prosedur Operasional (SPO) alat ukur;
6. Kondisi lingkungan;
7. Pemeriksaan fisik dan fungsi;
8. Pengujian keselamatan listrik;
9. Pengukuran kinerja;
10. Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran;
11. Telaah teknis;
12. Kesimpulan.

IV. METODE PEMBELAJARAN

1. Curah pendapat;
2. Ceramah tanya jawab;
3. Demonstrasi;
4. Diskusi kelompok;
5. Simulasi.

V. MEDIA DAN ALAT BANTU

1. Bahan tayang;
2. Modul Pelatihan;
3. Laptop;
4. LCD;
5. *Ultrasound Therapy*;
6. Lux Meter;

7. Themohyrometer;
8. Meteran;
9. Panduan diskusikelompok;
10. Pedoman praktikum.

VI. LANGKAH - LANGKAH PEMBELAJARAN

Berikut disampaikan langkah-langkah kegiatan dalam proses pembelajaran materi ini:

Langkah 1. Pengkondisian

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyapa peserta dengan ramah dan hangat. Apabila belum pernah menyampaikan sesi di kelas, mulailah dengan perkenalan. Perkenalkan diri dengan menyebutkan nama lengkap, instansi tempat bekerja dan materi yang akan disampaikan.
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.

Langkah 2. Penyampaian Materi

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator menyampaikan paparan seluruh materi sesuai urutan pokok bahasan dan sub pokok bahasan dengan menggunakan bahan tayang.
2. Materi pokok bahasan disampaikan dengan urutan sebagai berikut: Persiapan ruangan dan peralatan dalam kondisi siap pakai ,
3. Materi disampaikan dengan metode curah pendapat dan ceramah tanya jawab.

Langkah 3. Penugasan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator membagi peserta dalam 6 kelompok dan meminta mereka untuk berdiskusi dalam kelompok masing masing dengan tema diskusi yang telah ditentukan.
2. Hasil diskusi dituliskan dalam *flip chart* atau bahan tayang.
3. Tugas yang kedua yaitu simulasi dengan tema yang telah ditentukan yaitu sama dengan tema dalam diskusi kelompok.
4. Satu kelompok melakukan simulasi di depan kelas, kelompok yang lain memperhatikan, bergantian sampai semua kelompok mendapatkan giliran dan di akhir sesi dapat menanyakan hal yang kurang jelas.
5. Dibuat rangkuman hasil simulasi yang telah dilakukan oleh semua kelompok.

6. Tugas yang ketiga yaitu praktek.
7. Hasil praktik dituliskan dalam flip chart atau bahan tayang dan dibuat rangkuman

Langkah 4. Presentasi

Langkah pembelajaran:

1. Masing – masing kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi di depan teman yang lain dan fasilitator, kemudian kelompok yang lain memberikan tanggapan.
2. Fasilitator memberikan umpan balik dan mengarahkan hasil diskusi sesuai tujuan pembelajaran.

Langkah 5. Rangkuman dan kesimpulan

Langkah pembelajaran:

1. Fasilitator melakukan evaluasi untuk mengetahui penyerapan peserta terhadap materi yang disampaikan dan pencapaian tujuan pembelajaran.
2. Fasilitator merangkum poin-poin penting dari materi yang disampaikan.
3. Fasilitator membuat kesimpulan.
4. Fasilitator memberikan apresiasi pada peserta, dan menutup proses pembelajaran dengan mengucapkan terima kasih.

VII. URAIAN MATERI

A. Pokok Bahasan 1. Prinsip kerja Alat *Ultrasound Therapy*

Sub Pokok Bahasan:-

Ultrasound Therapy termasuk alat kesehatan kategori low risk berdasarkan permenkes 54 tahun 2015. *Ultrasound Therapy Unit* (UST) adalah suatu alat yang menggunakan gelombang ultrasonic untuk keperluan terapi, yang berfungsi untuk mempercepat penyerapan sisa-sisa proses peradangan, reabsorpsi peradangan, reabsorpsi nyeri dan mengurangi rasa nyeri. Alat *ultrasound therapy* merupakan suatu generator yang menghasilkan arus bolak balik berfrekuensi tinggi (*high frequency alternating current*) yang mencapai 0,75 s.d 3 MHz. Arus ini berjalan menembus kabel koaksial pada transducer yang kemudian di konversikan menjadi vibrasi oleh adanya efek piezoelektrik. Kristal ini dibentuk dengan ketebalan 2-3 mm melingkar sesuai dengan axis elektrik, kemudian dieratkan pada bagian dalam permukaan transducer. Saat di aliri arus atau beda potensial, kristal ini akan mengalami vibrasi baik secara kompresi maupun ekspansi dengan frekuensi sama dengan sinyal elektrik yang

datang. Umumnya frekwensi yang di hasilkan oleh generator adalah 1 dan 3 MHz.



Gambar 1 ultrasound therapy

Bagian bagian dari alat *ultrasound therapy*:

1. Transduser berfungsi sebagai penghantar gelombang ultrasonic ke tubuh pasien;
2. Display berfungsi untuk melihat tampilan yang akan di setting;
3. Kabel power berfungsi sebagai penghubung alat ke catu daya;
4. Intensitas berfungsi untuk menentukan intensitas energi yang akan di pergunakan ke pasien;
5. Time berfungsi untuk mengatur waktu penyinaran;
6. Controller berfungsi untuk menentukan seberapa luas area yang akan di terapi ke pasien;
7. Aksesoris jell.

B. Pokok Bahasan 2. Pengoperasian alat Ultrasound Therapy

Sub Pokok Bahasan: -

Didalam penggunaan alat kesehatan Ultrasound Therapy harus berdasarkan prosedur yang baik dan benar sehingga didapat hasil yang optimal. Contoh umum dari Standar Prosedur operasional *Ultrasound Therapy* sebagai berikut :

1. Tempatkan alat pada ruang pelayanan/tindakan
2. Lepaskan penutup debu
3. Siapkan aksesoris
4. Hubungkan alat dengan catu daya
5. Hidupkan alat dengan menekan tombol ON/OFF ke posisi ON

6. Lakukan pemanasan secukupnya
7. Lakukan pengecekan fungsi transduser, intensitas energi dan timer
8. Perhatikan protap pelayanan
9. Atur posisi pasien
10. Tentukan elektrode yang akan digunakan dan pasang pada alat
11. Tentukan intensitas energi sesuai keperluan
12. Tempatkan pasien pada posisi terapi
13. Setting waktu penyinaran sesuai keperluan
14. Lakukan tindakan terapi, perhatikan kondisi pasien
15. Setelah therapy selesai, kembalikan tombol intensitas energi ke posisi minimum/nol
16. Matikan alat dengan menekan tombol ON/OFF ke posisi OFF
17. Lepaskan hubungan alat dengan catu daya
18. Letakkan elektrode pada posisinya dan bersihkan
19. Bersihkan alat, pastikan alat ultrasound terapi dalam kondisi baik dan siap di fungsikan pada pelayanan berikutnya
20. Pasang penutup debu
21. Simpan alat dan aksesoris ke tempat semula
22. Catat beban kerja→dalam jumlah tindakan

C. Pokok Bahasan 3: Pengujian dan Kalibrasi Alat *Ultrasound Therapy*

Sub Pokok Bahasan 1 : Tujuan

Modul ini bertujuan sebagai pedoman untuk melakukan pengujian dan/atau kalibrasi secara langsung (*direct calibration*) pada *Ultrasound therapy*, dengan cara melakukan pemeriksaan fisik, pengujian fungsi, pengujian keselamatan listrik dan pengukuran kinerja (kalibrasi).

Sub Pokok Bahasan 2: Ruang lingkup

Modul ini dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan/ atau kalibrasi *Ultrasound Therapy* dengan parameter sebagai berikut :

1. Pengujian
 - a. Pemeriksaan fisik
 - b. Pengujian fungsi
 - c. Pengujian keselamatan listrik
2. Kalibrasi
 - a. Energy : 1 s.d 10 Watt
 - b. Waktu : 3s.d15 menit

Sub Pokok Bahasan 3: Referensi yang digunakan

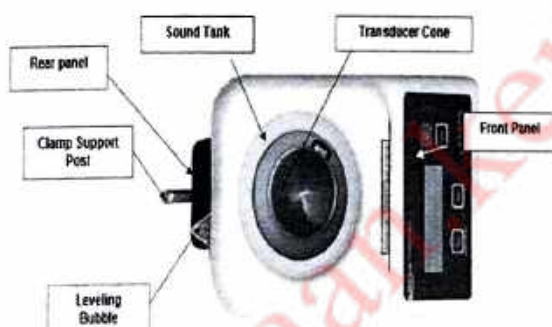
1. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, 2015;
2. SNI IEC 62353:2014, Pengujian Berkala dan Pengujian Setelah Perbaikan pada Peralatan Elektromedik, 2015;
3. KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016;
4. Health Care Product Comparison System, ECRI 408-20010301-01

Sub Pokok Bahasan 4: Alat ukur yang digunakan

1. *Ultrasound watt meter*;
2. *Digital Timer*;
3. *Thermohygrometer*;
4. *Electrical Safety Analyzer*.

Sub Pokok Bahasan 5: Standar prosedur Operasional alat ukur

1. *Ultrasound watt meter*



- LCD Display: Indicates the meter reading in watts or grams.

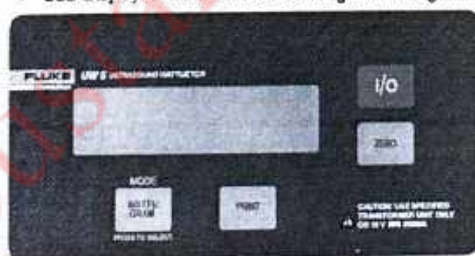


Figure 2-2: UW 5 Front Panel layout

- Power On/Off Switch: Turns the power provided by an alkaline battery (or transformer) on and off.

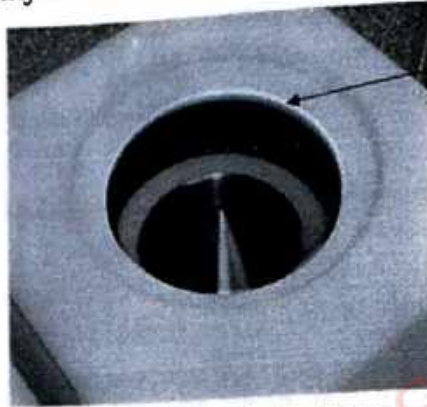
2-4

- Auto Zero Button: Adjusts the LCD display to 00.0 watts or 0.00 grams depending on the mode selected.
- Mode button: Switches the mode from watts to grams and back.

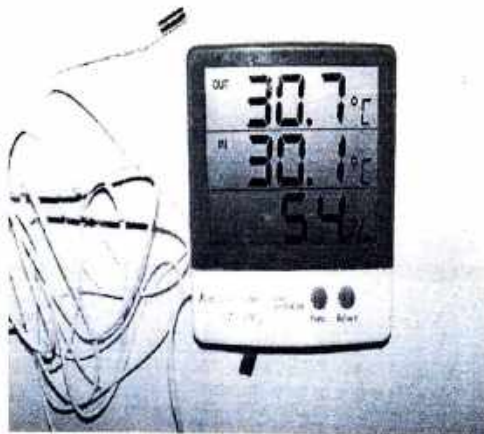
Gambar 2. Ultrasound watt meter

Cara Pengoperasian:

- a. Isi alat ultrasound watt meter dengan 850 ml $\pm$ 50 ml air suling, pastikan air tidak tumpah pada panel wattmeter;
- b. Isi sampai airnya mencapai sedikit di atas bibir bawah lobang, seperti yang ditunjukkan di bawah ini;

**Gambar 3. pegisian air distilasi**

- c. Tekan tombol ON/OFF untuk menghidupkan;
- d. Pastikan bahwa unit sudah masuk mode Watts (unit yang ditampilkan akan membaca 0);
- e. Biarkan lima menit agar unit menjadi hangat (*warming up*) dan stabil sebelum memulainya.
- f. Setelah unit dipanaskan (*warming up*), atur pembacaan digital ke 00.0 dengan menekan Tombol **AUTO ZERO**. Ini mungkin memerlukan beberapa kali percobaan menunjukkan nilai 0.00.
- g. Masukkan probe ultrasound terpahty yang akan diukur;
- h. Baca hasil pengukuran setelah nilai pada display stabil.

2. Thermohygrometer**Cara Pengoperasian:****Gambar 4 Thermohygrometer**

- Siapkan Thermo-Hygrometer (TH).
- Masukkan batrey AA 1,5 Vdc, maka (TH) akan "On"
- Letakan (TH) pada posisi yang kita tentukan.
- Penempatan sensor suhu dapat dipindah pindah sesuai kebutuhan.
- Tekan tombol "Func" untuk mengetahui suhu "Max dan Min" dan tombol "Reset" untuk mereset ulang (TH).
- Alat siap digunakan.

Sub Pokok Bahasan 6: Kondisi lingkungan

kondisi lingkungan pengujian dan kalibrasi alat *Ultrasound Therapy* sebagai berikut :

- Suhu ruang : $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Kelembaban : $55\% \text{RH} \pm 20\% \text{RH}$
- Tegangan jala-jala : $220\text{ V} \pm 10\%$

Sub Pokok Bahasan 7: Pemeriksaan fisik dan fungsi

Lakukan pemeriksaan pengamatan fisik dan fungsi *Ultrasound Therapy* meliputi:

- Badan dan permukaan alat, periksa bagian luar unit, pastikan bersih, terpasang ketat satu dan lainnya dan tidak ada bekas tertimpa cairan ataupun gangguan lainnya.
- Kotak kontak alat, periksa apakah ada gangguan pada kotak kontak (AC-Power). Gerak-gerakkan kotak kontak untuk memastikan keamanannya. Goyang-goyangkan kotak kontak untuk memastikan tidak ada baut atau mur yang longgar.
- Kabel catu utama, Periksa kabel, apakah terlihat ada kerusakan atau bagian isolasi yang terkelupas.
- Sekering pengaman, Periksa sekering yang terdapat pada bagian luar rangkaian, apakah nilai tahanan dan tipenya sesuai dengan spesifikasi yang tertulis pada alat. Sekering pengaman harus berfungsi baik.
- Kabel Transduser, Periksa kabel dan fungsi masing-masing kedua ujungnya (kotak kontak) dan keregangannya secara menyeluruh. Kemudian periksa dengan hati-hati apakah terdapat luka ataupun sobek pada lapisan isolasinya, hal ini untuk menghindari adanya gangguan tegangan dan mencegah noise.
- Tombol, saklar dan kontrol, Sebelum mempergunakan/ mengubah-ubah tombol kontrol, periksa posisinya, jika terlihat tidak berada pada posisinya (periksa dengan menggunakan mode pemeriksaan standar). Bandingkan dengan posisi control. Ingat

pengaturan tersebut dan jangan lupa untuk mengembalikan pada setting awal jika sudah selesai menggunakan.

7. Tampilan dan indikator, Selama pengecekan fungsi, pastikan lampu indikator dan tampilan berfungsi seluruhnya, yakinkan bahwa bagian tampilan digital berfungsi

Sub Pokok Bahasan 8: Pengujian keselamatan listrik Pengujian keselamatan listrik

Prosedur Pengujian keselamatan listrik

1. Pengukuran Resistansi Pembumian Protektif

- a. Pengukuran harus dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang mampu mengalirkan arus sekurang-kurangnya 200 mA dalam 500 m Ω . Tegangan sirkuit terbuka tidak boleh lebih dari 24 V.
- b. Jika menggunakan pengukuran arus searah maka harus diulang pada polaritas yang berlawanan. Nilai yang terukur tidak boleh melampaui nilai yang diijinkan. Nilai yang tertinggi harus didokumentasikan.
- c. Resistansipembumian protektif tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut:

(1) Untuk Peralatan elektromedik atau sistem elektromedik dengan kabel catu daya yang tidak dapat dilepas

Resistansi antara konektor pembumian protektif dari konektor utama dan bagian konduktif yang dapat diakses yang tersambung ke pembumian protektif dari peralatan elektromedik atau Sistem elektromedik yang tidak boleh lebih dari 300 m Ω (lihat **gambar 4**).

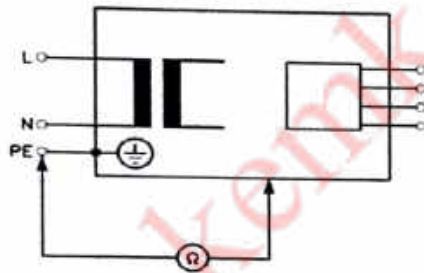
(2) Untuk peralatan elektromedik atau sistem elektromedik dengankabel catu daya yang dapat dilepas.

Resistansi antara konektor pembumian protektif dari kotak kontak pada peralatan dan bagian konduktif yang dapat diakses yang tersambung ke pembumian protektif dari Peralatan elektromedik atau sistem elektromedik tidak boleh lebih dari 200 m Ω . Untuk kabel catu daya sendiri resistansi antara setiap titik hubungan pembumian tidak boleh lebih dari 100 m Ω . Jika kabel catu daya yang dapat dilepas dan peralatan elektromedik atau sistem elektromedik diukur bersama-sama, resistansi tidak boleh lebih dari 300 m Ω (lihat **gambar 4**). Demikian juga kabel

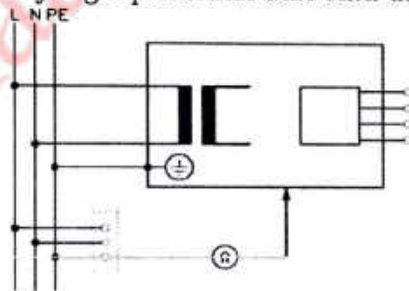
catu daya yang dapat dilepas yang selalu siap pakai harus diukur.

(3) Pada peralatan elektromedik yang diinstalasi permanen

Sambungan pembumian protektif ke catu daya utama harus diuji sesuai dengan yang ditentukan pada **Gambar 5**. Resistansi antara terminal pembumian protektif peralatan elektromedik atau sistem elektromedik dan bagian konduktif yang dapat diakses yang tersambung ke pembumian protektif dari peralatan, yang jika gagal akan menjadi bertegangan, tidak boleh lebih dari 300 m Ω . Pada pengukuran sesuai dengan **Gambar 6** resistansi hubungan pembumian protektif pada catu daya utama boleh diperhitungkan.



Gambar 5- Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi pembumian protektif pada Peralatan elektromedik yang diputuskan dari catu daya utama

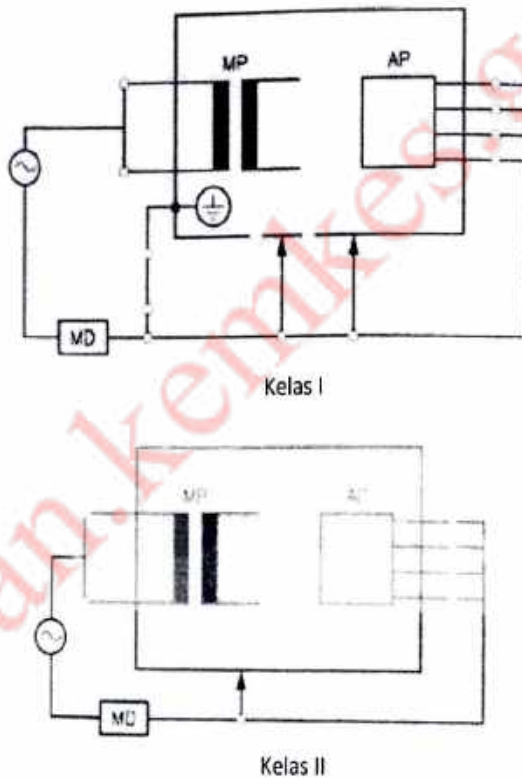


Gambar 6 - Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi pembumian protektif padaperalatan elektromedik atau sistem elektromedik, yang karena alasan fungsional tidak dapat diputus dari catu daya utama, atau padaperalatan elektromedik atau sistem elektromedik yang dihubungkan ke catu daya utama secara permanen

2. Pengukuran Arus Bocor

a. Metode Alternatif

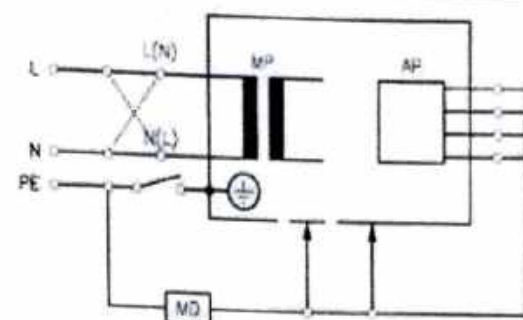
- (1) Peralatan diputuskan dari catu daya utama, dan arus bocor peralatan diukur sesuai dengan **gambar 7**.
- (2) Sakelar pada Bagian Utama harus tertutup selama pengukuran seperti dalam kondisi operasional untuk mencakup semua isolasi dari bagian utama dengan pengukuran tersebut.
- (3) Jika nilai dari metode alternatif lebih dari 5 mA, maka harus dilakukan metode pengukuran yang lain.



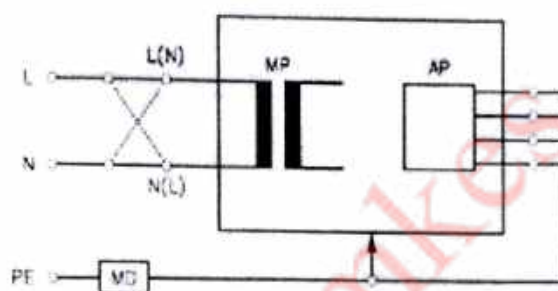
Gambar 7. Sirkuit pengukur untuk pengukuran Arus Bocor Peralatan – Metode alternatif

b. Metode langsung

- (1) Pengukuran dilakukan pada: tegangan catu daya utama juga pada posisi konektor utama jika dapat dilakukan, dan sesuai dengan **Gambar 8**.



Kelas I

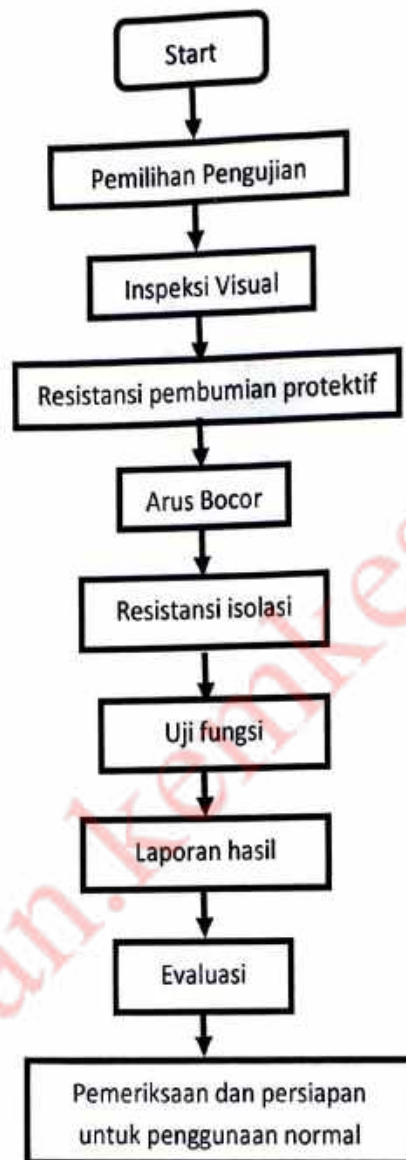


Kelas II

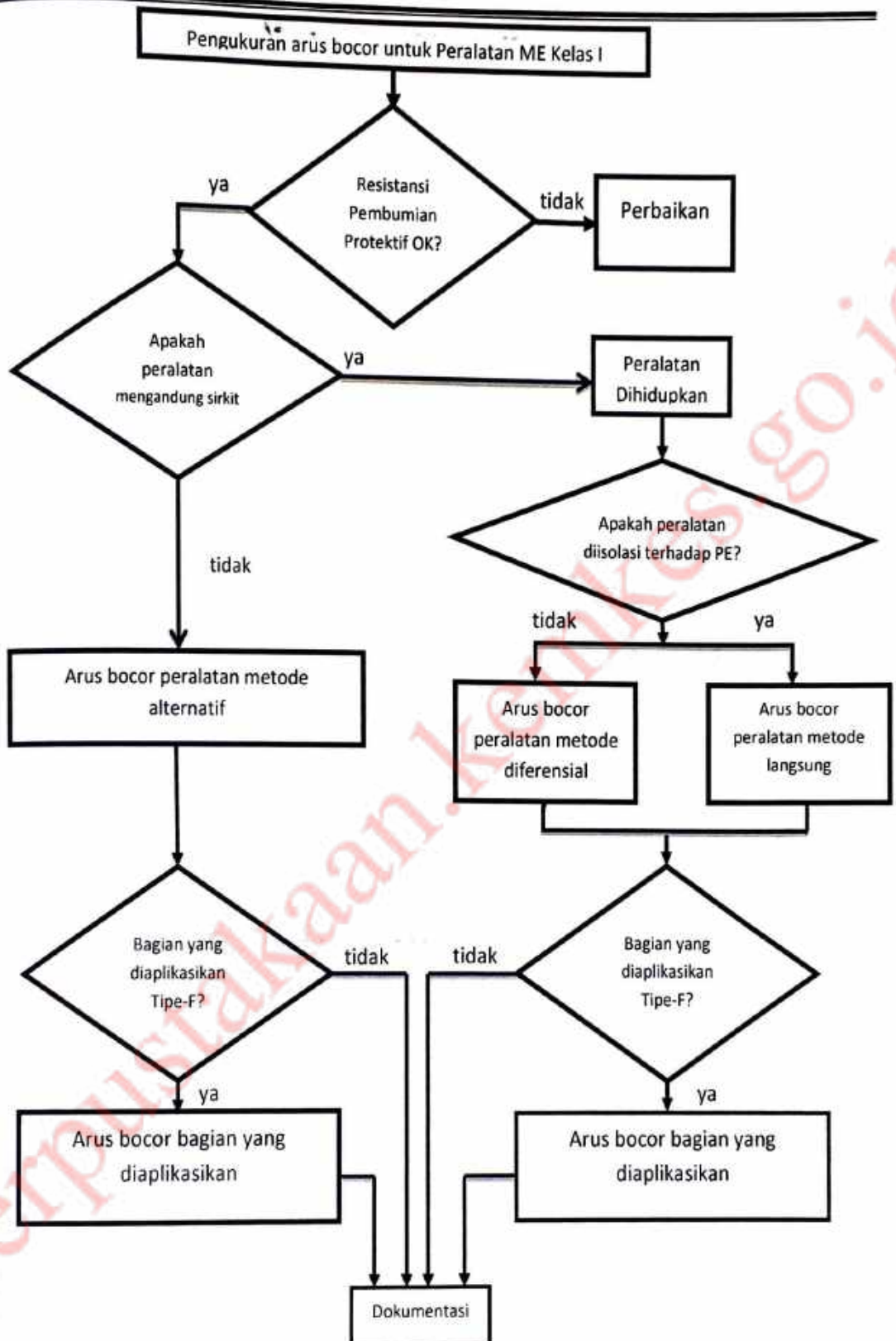
88/07

Gambar 8. Sirkuit pengukur untuk pengukuran Arus Bocor Peralatan – metode langsung

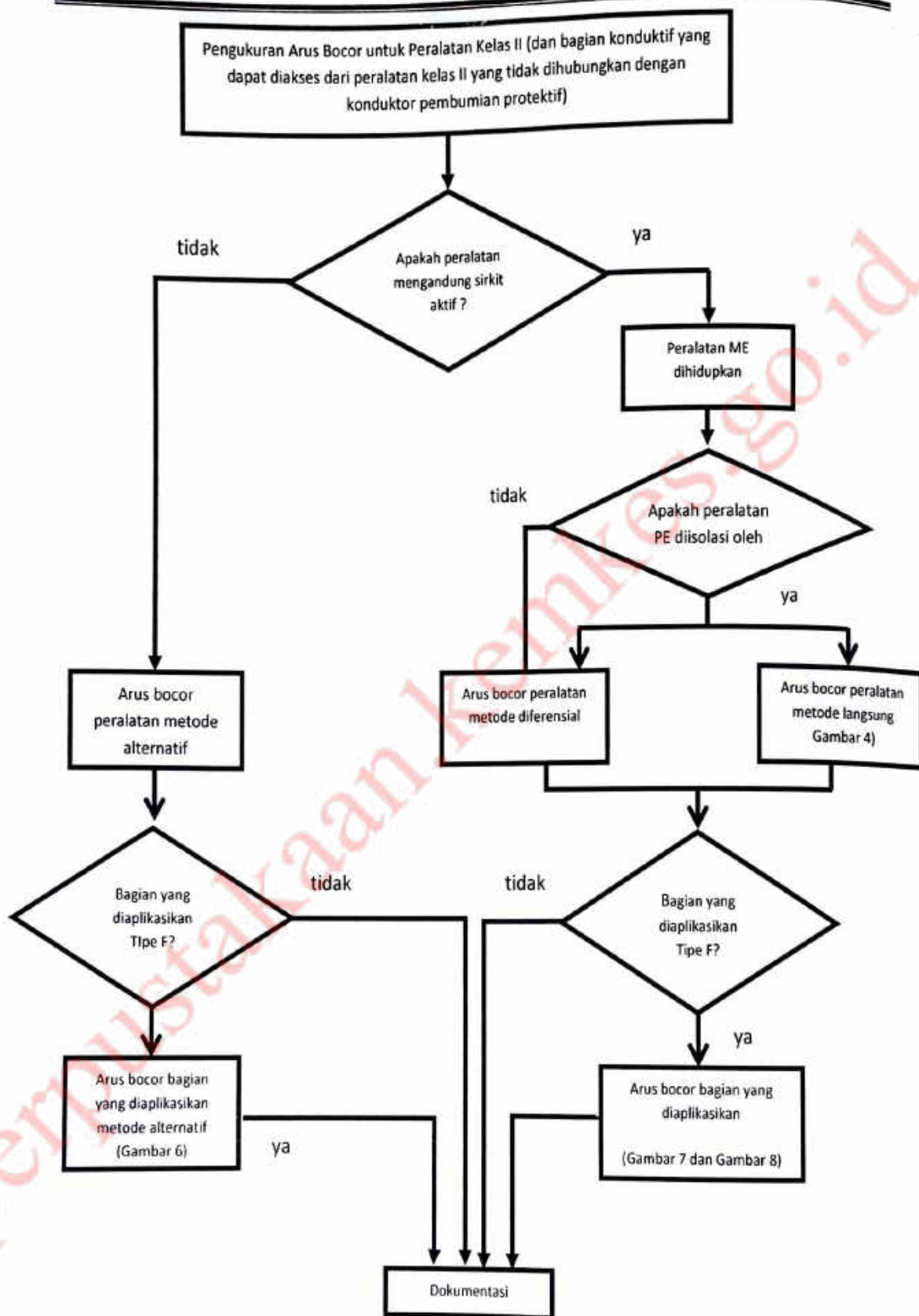
URUTAN PENGUJIAN ARUS BOCOR



Gambar B.1 Urutan Pengujian



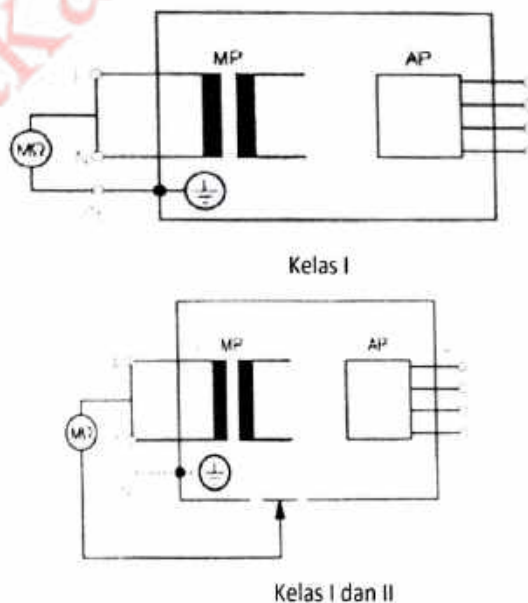
Gambar B.2 Pengukuran Arus Bocor (Peralatan elektromedik Kelas I)



Gambar B.3. Pengukuran Arus Bocor (Peralatan Elektromedik Kelas II dan Bagian Konduktif yang dapat diakses Peralatan elektromedik

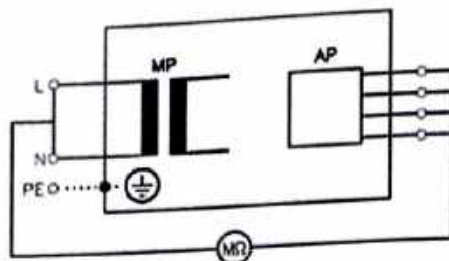
3. Pengukuran Resistansi Isolasi

- a. Peralatan diputus dari catu daya utama dan resistansi isolasi peralatan diukur sesuai dengan **Gambar 9**, **Gambar 10** dan **Gambar 11**. Selama pengukuran semua sakelar bagian utama harus dalam posisi operasional (ON), termasuk, jika mungkin dilakukan, semua isolasi dari bagian utama selama pengukuran.
- b. Pengukuran resistansi isolasi harus dilakukan dengan tegangan 500 V (DC.)
- c. Resistansi isolasi harus diukur antara:
 - (1) Bagian utama dan pembumian protektif dari peralatan Kelas I sesuai dengan **Gambar 9**.
 - (2) Bagian utama dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan peralatan Kelas II sesuai dengan **Gambar 9**.
 - (3) Bagian Utama dan Bagian yang Diaplikasikan yang berada dalam titik kontak pasien sesuai dengan **Gambar 10**.
 - (4) Bagian yang diaplikasikan tipe F yang berada dalam titik kontak pasien dan pembumian protektif dari peralatan Kelas I sesuai dengan **Gambar 11**.
 - (5) Bagian yang Diaplikasikan tipe F yang berada dalam titik kontak pasien dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan Kelas II sesuai dengan **Gambar 11**.

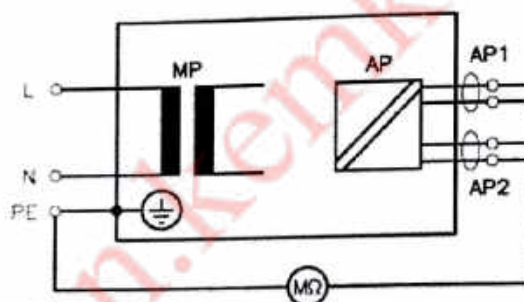


Gambar 9. Sirkuit pengukur untuk pengukuran isolasi resistansi

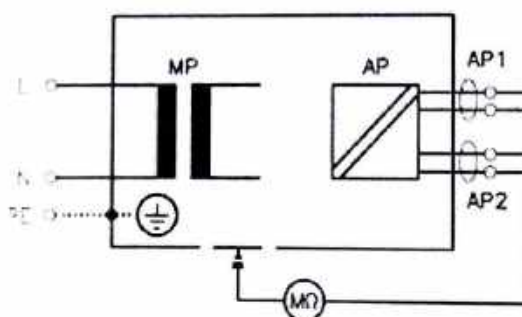
antara bagian utama dan pembumian protektif dari peralatan kelas I dan antara bagian utama dan bagian konduktif yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan Kelas I dan Kelas II



Gambar 10. Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi isolasi antara bagian utama dan bagian yang diaplikasikan yang berada dalam titik kontak pasien



Kelas I



Kelas I dan II

Gambar 11. Sirkuit pengukur untuk pengukuran resistansi isolasi antara bagian yang diaplikasikan tipe-F yang berada dalam titik kontak pasien dan pembumian protektif dari peralatan kelas I dan antara bagian yang diaplikasikan tipe-F yang berada dalam titik kontak pasien dan bagian konduktif

yang dapat diakses (yang tidak dibumikan) dari peralatan kelas I dan kelas II

Tabel 1 : Nilai Ambang batas

No	Parameter	Keterangan	Ambang Batas yang diijinkan
1	Resistansi Penumbumian Protektif	Kabel catu daya yang dapat dilepas	$\leq 200 \text{ m}\Omega$
		Peralatan Elektromedik yang diinstal permanen	$\leq 300 \text{ m}\Omega$
2	Arus Bocor Peralatan	Lihat Tabel 2	
3	Resistansi Isolasi		$> 2 \text{ M}\Omega$

Tabel 2. Nilai yang diizinkan untuk arus bocor

Arus	Bagian yang diaplikasikan		
	Tipe B	Tipe BF	Tipe CF
Arus Bocor Peralatan – Metode Alternative			
Arus bocor peralatan untuk bagian konduktif yang dapat diakses dari peralatan elektromedik kelas I yang dihubungkan atau tidak dihubungkan dengan konduktor penbumian protektif	1000	1000	1000
Arus bocor peralatan untuk peralatan elektromedik kelas II	500	500	500
Arus Bocor Peralatan – Metode Langsung atau Diferensial			
Arus bocor peralatan untuk bagian konduktif yang dapat diakses dari peralatan elektromedik kelas I yang dihubungkan atau tidak dihubungkan dengan konduktor penbumian protektif	500	500	500
Arus bocor peralatan untuk peralatan elektromedik kelas II	100	100	100
Arus Bocor Bagian yang Diaplikasikan – Metode Alternatif			

Arus bocor bagian yang diaplikasikan		5000	50
Arus Bocor Bagian yang Diaplikasikan - Metode Langsung			
Arus Bocor Bagian yang Diaplikasikan (Tegangan catu utama pada bagian yang diaplikasikan)		5000	50

Catatan 1. Standar ini tidak menyediakan metode pengukuran dan nilai yang diizinkan untuk peralatan yang mengeluarkan arus bocor DC dalam hal ini, pabrikan harus menginformasikannya dalam dokumen pendamping

Catatan 2. Standar khusus mungkin membolehkan nilai arus bocor yang berbeda

Sub Pokok Bahasan 9: Pengukuran kinerja

Lakukan persiapan pengukuran kinerja meliputi :

1. Persiapan dokumen
 - a. Metode kerja
 - b. Instruksi kerja
 - c. Lembar kerja
 - d. Label
2. Persiapan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - a. Siapkan alat yang akan diuji/kalibrasi
 - b. Periksa kelengkapan aksesoris
3. Persiapan alat uji/kalibrasi
 - a. Siapkan alat ukur Ultra sound wattmeter
 - b. Siapkan alat ukur Digital Timer
 - c. Siapkan alat ukur Keselamatan Listrik
 - d. Siapkan thermohygrometer
4. Pendataan Administrasi alat yang diuji/kalibrasi di lembar kerja yang minimal terdiri dari :
 - a. Catat identitas penguji
 - b. Catat nama alat
 - c. Catat merek
 - d. Catat model
 - e. Catat nomor seri
 - f. Catat ruangan
 - g. Catat tanggal pelaksanaan
 - h. Catat identitas Fasyankes/pelanggan

5. Pengukuran kondisi lingkungan
 - a. Siapkan & hidupkan Thermohygrometer
 - b. Catat suhu & kelembaban awal kerja
 - c. Catat suhu & kelembaban akhir kerja

Pengukuran kinerja pengujian dan kalibrasi alat Ultrasound Therapy, lakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Kalibrasi Energi (watt)
 - (1) Sebelum pengoperasian, terlebih dahulu on – kan pesawat Ultrasound Therapy dan Ultrasound watt meter;
 - (2) Setting energi 1,0 watt pada alat Ultrasound therapy;
 - (3) kemudian masukkan transduser Ultrasound Therapy ke wadah Ultrasound watt meter yang telah berisi air sampai mengenai ujung transduser;
 - (4) Tekan tombol start untuk memberikan output energy ke transduser;
 - (5) Catat data yang terukur pada display Ultrasound watt meter;
 - (6) Ulangi langkah (2) s.d (6) untuk setting energy yang lain antara 2 s.d 10 watt;
 - (7) Setelah selesai kembalikan tombol intensitas energi keposisi nol.
- b. Kalibrasi waktu therapy (detik)
 - (1) Pada saat kita melakukan pengukuran Energy, lakukan pula pengukuran waktu therapy;
 - (2) Setting waktu therapy antara 3 s.d 15 menit sesuai dengan yang dibutuhkan;
 - (3) Pada saat tombol start Ultra soundtherapy di tekan, maka tekan tombol START pada timer untuk menghitung waktu Therapy;
 - (4) Tekan tombol STOP pada timer begitu terdengar sinyal suara yang mengindikasikan waktu therapy telah habis;
 - (5) Baca nilai yang tertera pada standar dan catat pada lembar kerja sebanyak 5 (lima) kali pengambilan data.
 - (6) Jika diperlukan Ulangi langkah 2 – 5 untuk setting waktu yang lain.

Sub Pokok Bahasan 10: Perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran

Setelah dilakukan pengambilan data pengukuran, lakukan analisa dan evaluasi data seperti langkah – langkah berikut :

1. Analisa Data & Perhitungan ketidakpastian
Mengacu pada **Materi inti.1 :Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran Hasil Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan.**

Model matematis

- a. Kalibrasi Energi (watt)

$$C = E_{\text{std}} - E_{\text{alat}}$$

Dimana,

C : Koreksi penunjukan Energy pada Ultrasound therapy

E_{std} : Nilai Energy yang terukur pada standard

E_{alat} : Nilai Energy yang ditampilkan oleh Ultra sound therapy

- b. Waktu Teraphy (detik)

$$C = T_{\text{std}} - T_{\text{alat}}$$

Dimana,

C : Koreksi penunjukan Energy pada Ultrasound therapy

T_{std} : Nilai waktu yang terukur pada standard

T_{alat} : Nilai waktu yang ditampilkan oleh Ultra sound therapy

Analisa Perhitungan ketidakpastian

- 1) Sumber-sumber ketidakpastian pengukuran

Tipe A

- (a) Pengamatan berulang Energy oleh Ultra sound wattmeter
- (b) Koefisien sensitifitasnya adalah 1
- (c) Derajat kebebasan untuk lima kali pengukuran = 4

Tipe B

- (a) Nilai ketidakpastian Standar (Ultra sound wattmeter) berdasarkan sertifikat kalibrasinya.
- (b) Resolusi UUT
- (c) Drift Standar

- 2) Koefisien sensitifitasnya didapatkan dari model matematis diatas, dimana model matematis tersebut mempunyai nilai turunan pertama yaitu 1

- 3) Derajat kebebasan pada masing-masing sumber ketidakpastian Tipe B dengan ditentukan nilai reliabilitasnya 10 adalah = 50.
- 4) Menghitung ketidakpastian gabungan, derajat kebebasan efektif dan ketidakpastian bentangan analisa estimasi ketidakpastian

Tabel 3: Uncertainty Budget

No.	Komponen	Distribusi	U	Pembagi	ui
1.	Pengukuran Berulang	Normal	∂	$\sqrt{n}$	$\frac{\partial}{\sqrt{n}}$
2.	Sertifikat Standar	Normal	$U_{\text{Sertif stand}}$	k	$\frac{U_{\text{Sertif stand}}}{k}$
3.	Resolusi	Rectangular	U_{resolusi}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{res}}}{\sqrt{3}}$
4	Drift	Rectangular	U_{drift}	$\sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{drift}}}{\sqrt{3}}$

2. Nilai ambang batas dan nilai penyimpangan (toleransi) yang diizinkan
 - a. Evaluasi hasil pengujian keselamatan listrik, mengacu pada **Sub Pokok Bahasan 8 : Pengujian keselamatan listrik Pengujian keselamatan listrik**
 - b. Evaluasi hasil pengujian kinerja

Tabel 4 : Nilai toleransi untuk tiap parameter pengujian kinerja

No	Parameter	Ambang Batas yang Diizinkan
1.	Energy (Watt)	$\pm 20 \%$
2.	Waktu Therapy (detik)	1 menit ± 10 detik

Sub Pokok Bahasan 11 : Telaah teknis

Lakukan Telaah teknis dan Kesimpulan Telaah teknis hasil pengujian dan kalibrasi alat Ultrasound Therapy dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Lakukan telaah teknis berdasarkan kondisi fisik dan fungsi alat;
2. Lakukan Telaah Teknis keselamatan listrik berdasarkan hasil pengujian keselamatan listrik;

3. Lakukan telaah teknis pengujian kinerja berdasarkan Prosedur Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan Nomor PO.002-18 dengan penjelasan sebagai berikut :

Pengukuran Kinerja :

- $\geq 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah memenuhi persyaratan
- $< 70\%$ dari titik pengukuran dalam batas toleransi, maka hasilnya adalah tidak memenuhi persyaratan

Tabel 5. Telaah teknis

Parameter Kinerja	Telaah teknis pengujian kinerja
Seluruh Parameter Kinerja masuk dalam batas toleransi	Memenuhi Persyaratan
Salah satu Parameter Kinerja diluar batas toleransi	Tidak Memenuhi Persyaratan

4. Batas Koreksi atau kesalahan relatif dan Ketidakpastian
 Harga mutlak nilai koreksi ditambah dengan harga mutlak nilai ketidakpastian pengukuran adalah lebih kecil/sama dengan nilai toleransi ($|C| + |U| \leq \text{toleransi}$)

Sub Pokok Bahasan 11 : kesimpulan

- Pernyataan kesesuaian diberikan dengan bobot perhitungan sebagai berikut :
 - Hasil pemeriksaan fisik dan fungsi memberikan kontribusi 10 % dari pernyataan
 - Hasil pengujian keselamatan listrik memberikan kontribusi 40 % dari pernyataan
 - Hasil pengukuran atau uji kinerja memberikan kontribusi 50 % dari pernyataan
- Pernyataan akhir dari kesesuaian dinyatakan dengan LAIK PAKAI dan ketidaksesuaian dinyatakan dengan TIDAK LAIK PAKAI.
- Pernyataan LAIK PAKAI diberikan bila hasil atau skor akhir sama dengan atau melampaui 70 % dan pernyataan TIDAK LAIK PAKAI bila hasil atau skor akhir dibawah 70 %
- Tempelkan label hijau jika alat dinyatakan laik pakai dan label merah jika alat dinyatakan tidak laik pakai.

VIII. REFERENSI

1. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 54 tentang pengujian dan kalibrasi alat kesehatan, 2015
2. SNI IEC 62353:2014, Pengujian Berkala dan Pengujian Setelah Perbaikan pada Peralatan Elektromedik
3. ISO SNI 17025
4. KAN-G-01, *Guide on the Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement*, KAN, 2016
5. Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan; Metode Kerja Nomor 066
6. Prosedur Operasional Pernyataan Kesesuaian dan Aturan Keputusan
7. Metode Kerja Uji Keselamatan Listrik

IX. LAMPIRAN

1. Panduan Simulasi
2. Checklist Simulasi
3. Panduan Pengisian Lembar Kerja
4. Lembar Kerja

Lampiran I.**PANDUAN SIMULASI****Materi Inti 8- Pengujian dan Kalibrasi *Ultrasound Therapy*****Tujuan:**

Setelah mengikuti simulasi ini, peserta mampu melakukan pengujian dan kalibrasi alat *Ultrasound Therapy*.

Petunjuk:

1. Pelatih/Fasilitator membagi peserta menjadi 2 kelompok *skill station*. Masing-masing kelompok terdiri atas 10 peserta (@ 10 orang/kelompok) dengan 1 instruktur sebagai pembimbing.
2. Masing-masing kelompok memilih ketua, sekretaris dan penyaji. (5 menit)
3. Pelatih/Fasilitator mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan simulasi *skill station*.
4. Setiap peserta dalam kelompok 1 grup 1 (K.1G.1) dan kelompok 2 grup 1 (K.2 G.1) masing-masing diberi kesempatan untuk melakukan simulasi cara melakukan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan *Ultrasound Therapy* dan alat uji/kalibrasi yang dipakai untuk melakukan pengujian dan kalibrasi alat *Ultrasound Therapy*, meliputi: (90 menit)
 - a. Cara pemeriksaan fisik dan fungsi *Ultrasound Therapy*;
 - b. Cara pengujian keselamatan listrik;
 - c. Cara pengukuran kinerja *Ultrasound Therapy*;
 - d. Cara mengisi lembar kerja pengujian dan kalibrasi *Ultrasound Therapy*.
 Selanjutnya dilanjutkan grup 2 sesuai kelompoknya.
5. Instruktur memberikan penilaian terhadap simulasi yang dilakukan peserta di dalam kelompok masing-masing dengan menggunakan checklist yang telah disiapkan.
6. Tiap kelompok mempresentasikan cara pengujian dan kalibrasi alat *Ultrasound Therapy*. Peserta dari kelompok lain dapat memberikan pertanyaan ataupun tanggapan. (2 x 15 menit = 30 menit)
7. Pelatih/Fasilitator memberikan klarifikasi dan merangkum hasil seluruh proses simulasi yang dilakukan oleh peserta. (10 menit)

Waktu 5 Jpl x 45 menit = 225 menit

Lampiran II

PENILAIAN SIMULASI PENGUJIAN DAN KALIBRASI
ALAT *ULTRASOUND THERAPY*

NAMA PESERTA :

ASAL INSTANSI :

NO ABSEN :

NO.	KRITERIA UNJUK KERJA	KRITERIA UNJUK KERJA			
		0	1	2	3
1.	Menyiapkan alat <i>Ultrasound Therapy</i>, peralatan uji dan kalibrasinya, SOP penggunaan alat, Metode Kerja, formulir dan lembar kerja kalibrasi 1.1. Lembar kerja telah sesuai dengan alat yang akan dikalibrasi. 1.2. Peralatan kesehatan disiapkan sesuai SOP. 1.3. Peralatan uji dan kalibrasi disiapkan sesuai SOP.				
2.	Melakukan pendataan administrasi, pendataan alat <i>Ultrasound Therapy</i> dan pendataan alat uji/kalibrasi yang digunakan 2.1. Item-item pengisian data sarana pelayanan kesehatan pada lembar kerja telah terisi dengan lengkap dan benar meliputi pemilik, alamat, no. order, no. telepon. 2.2. Item-item pengisian data peralatan kesehatan				

	pada lembar kerja telah terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, lokasi alat dan lokasi kalibrasi. 2.3. Item-item pengisian data peralatan kalibrasi pada lembar kerja telah terisi dengan lengkap dan benar meliputi merek, nomer serie, tipe/model, dan berlaku kalibrasi.				
3.	Melakukan pengukuran kondisi lingkungan 3.1. Kondisi lingkungan kalibrasi meliputi tegangan jala-jala atau catu daya utama, suhu dan kelembaban ruangan dicatat pada lembar kerja. 3.2. Pemakaian peralatan ukur dilakukan sesuai SOP.				
4.	Melakukan pemeriksaan fisik dan fungsi alat <i>Ultrasound Therapy</i> 4.1 Pemeriksaan fisik peralatan sesuai uraian pada metode kalibrasi dicatatkan pada lembar kerja. 4.2. Pemeriksaan fungsi peralatan sesuai uraian pada metode kalibrasi				

	dicatatkan pada lembar kerja.				
5	Melakukan pengujian keselamatan listrik berdasarkan standar SNI IEC/ISO 62353 5.1 Klasifikasi keselamatan telah dipilih secara benar sesuai dengan ketentuan IEC 60601 atau IEC 62353. 5.2. Pengukuran parameter keselamatan dicatat pada lembar kerja dan benar sesuai klasifikasi alatnya. 5.3. Pemakaian peralatan ukur dilakukan sesuai SOP.				
6	Melakukan pengujian kinerja 6.1. Langkah-langkah pengujian kinerja benar sesuai Metode Pengujian dan Kalibrasi. 6.2. Pengujian parameter kalibrasi dicatat pada lembar kerja dan benar sesuai dengan Metode Pengujian dan Kalibrasi. 6.3. Pemakaian peralatan kalibrasi dilakukan sesuai SOP.				

7	Melakukan perhitungan dan analisa ketidakpastian pengukuran 7.1. Data telah tercatat secara lengkap dan memadai untuk dilakukan analisa perhitungan. 7.2. Analisa perhitungan sesuai dengan Metode Penghitungan Ketidakpastian Pengukuran. 7.3. Pemakaian peralatan hitung dilakukan sesuai SOP.				
8	Melakukan telaah teknis, kesimpulan hasil kalibrasi, saran kalibrasi 8.1. Telaah teknis dilakukan secara benar mengacu nilai ambang batas keselamatan listrik dan batas toleransi yang diizinkan hasil kalibrasi. 8.2. Penetapan kesimpulan laik pakai atau tidak laik pakai sesuai dengan hasil telaah teknis. 8.3. Saran kalibrasi disampaikan secara benar sesuai hasil pengamatan fisik dan fungsi peralatan.				
	SKOR NILAI : $\sum \frac{SKOR}{22} \times 100\%$				

Penguji,

(.....)

Keterangan :

0. Tidak melakukan tindakan dengan benar
1. Melakukan tapi tidak sesuai dengan prosedur
2. Melakukan sesuai dengan prosedur tapi kurang baik
3. Melakukan sesuai dengan prosedur dengan baik dan benar

Lampiran III

**PANDUAN PENGISIAN LEMBAR KERJA
DAN PEMBUATAN LAPORAN
PENGUJIAN DAN KALIBRASI *ULTRASOUND THERAPY***

Fasilitator menyampaikan di depan peserta pelatihan penjelasan mulai dari tata cara pengisian lembar kerja sampai dengan pembuatan laporan pengujian dan kalibrasi alat *Ultrasound Therapy*.

1. Peserta mengisi lembar kerja (*Hard copy*) pengujian kalibrasi *Ultrasound Therapy* yang sudah disediakan saat melakukan praktek pengujian kalibrasi alat tersebut;
2. Peserta mengisi data administrasi pada lembar kerja;
3. Peserta mengisi daftar alat ukur yang digunakan pada saat pengujian dan kalibrasi;
4. Peserta mengisi kolom pemeriksaan fisik dan fungsi alat dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yg tersedia;
5. Peserta mengisi hasil pengujian keselamatan listrik sesuai dengan hasil pengamatan yang ditampilkan oleh alat *Electrical Safety Analyzer*;
6. Peserta melakukan pengambilan data pengukuran kinerja sebanyak 5 kali dan hasil pengukuran direkam pada lembar kerja. Nilai yang direkam sesuai dengan nilai yang ditampilkan oleh alat ukur;
7. Peserta melakukan tabulasi data pengujian kalibrasi dari lembar kerja (*hard copy*) ke dalam format excell yang telah disediakan.

Lampiran IV

Lembar Kerja

Materi Inti 8 - Pengujian dan Kalibrasi *Ultrasound Therapy*

LOGO		INSTITUSI						
LEMBAR KERJA PENGUJIAN ULTRASOUND THERAPY								
A. PENDATAAN ADMINISTRASI								
1. Merk	4. Nomor Order							
2. Tipe/Model	5. Tempat Kalibrasi							
3. Nomor Seri	6. Tanggal Kalibrasi							
B. DAFTAR ALAT UKUR								
No.	Nama Alat	Merk	Model/Tipe	No. Seri				
1	Ultrasound Wattmeter							
2	Electrical Safety Analyzer							
3	Stop watch							
4	Thermohyrometer							
C. PENGUKURAN KONDISI LINGKUNGAN								
No.	Parameter	Awal	Terukur	Akhir				
1	Temperatur Ruangan	Awal	°C	°C				
2	Kedalaman Ruangan	Awal	%	%				
3	Tegangan Input	L-N	Volt	Volt				
		L-PE	Volt	Volt				
		N-PE	Volt	Volt				
D. PEMERIKSAAN FISIK DAN FUNGSI ALAT								
No.	Parameter	Batasan Pemeriksaan	Hasil Pengamatan					
1	Badan dan pemrosesan	Kebersihan alat, bentuk, pemasangan kabel, dan lain-lain. Apakah ada bagian yang rusak atau bagian yang terdapat cacat?	☐ Baik ☐ Tidak baik					
2	Kontak kontak alat	Apakah semua ada sambungan pada kontak kontak (AC Power) dan sambungan kontak kontak untuk sambungan keamanannya. Apakah sambungan kontak kontak untuk sambungan input atau output atau sambungan lainnya?	☐ Baik ☐ Tidak baik					
3	Kabel kabel utama	Apakah kabel apakah terdapat ada kerusakan atau bagian yang terdapat cacat?	☐ Baik ☐ Tidak baik					
4	Sekolah pengaman	Apakah semua terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.	☐ Baik ☐ Tidak baik					
5	Tombol, saklar dan control	Apakah semua terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.	☐ Baik ☐ Tidak baik					
6	Tampilan dan indikator	Apakah semua terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.	☐ Baik ☐ Tidak baik					
7	Kabel Transducer	Apakah semua terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.	☐ Baik ☐ Tidak baik					
E. PENGUKURAN KESELAMATAN LISTRIK								
No.	Parameter	Terukur	Ambang Batas					
1	Beban pemrosesan produk							
a.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
b.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
c.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
d.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
2	Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.							
a.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
b.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
c.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
d.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
3	Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.							
a.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
b.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
c.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
d.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
4	Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.							
a.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
b.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
c.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
d.	Intensitas pemrosesan (IP)	0	≤ 0,10					
F. PENGUKURAN KINERJA								
1. Energi Intensitas Therapy (watt)								
Setting Alat	Penunjukan Standar (mA)						Penyimpangan yang diijinkan	
(Watt)	1	2	3	4	5	6		
1,0							± 2%	
3,0								
5,0								
10,0								
2. Waktu Therapy (detik)								
Setting Alat	Penunjukan Standar						Penyimpangan yang diijinkan	
(detik)	1	2	3	4	5	6		
300							± 2 mm 4, 20 detik	
600								
G. TELAHA TEKNIS								
1. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.				2. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.				
3. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.				4. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.				
5. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.				6. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.				
H. KESIMPULAN TELAHA TEKNIS KALIBRASI								
1. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.				2. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.		3. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.		
4. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.				5. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.		6. Apakah terdapat ada sambungan atau sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat. Apakah sambungan yang terdapat pada alat.		

MILIK PERPUSTAKAAN
KEMENTERIAN KESEHATAN

perpustakaan.kemkes.go.id

perpustakaan.kemkes.go.id



KEMENKES RI

PERPUSTAKAAN



002020470

ISBN 978-602-416-865-0



9

786024

168650