UJI KESERAGAMAN DAN KESTABILAN BAK AIR SEBAGAI MEDIA KALIBRASI TERMOMETER TELINGA

Uniformity and Stability Test of Water Bath as Media Calibration for Ear Thermometer

Dwi Larassati¹, Rahman Sholeh¹, Iip Ahmad Rifai¹, Ghufro Zaid², Melati Azizka Fajria¹, Arfan Sindhu², Suherlan¹, Aditya Achmadi¹, Muhammad Azumar¹

¹Pusat Riset dan Pengembangan SDM – BSN, Gd 420, Komplek Puspiptek Serpong

²Direktorat SNSU – BSN, Gd 430, Komplek Puspiptek Serpong

e-mail: dlarassati72@gmail.com

Abstrak

Bak Air sebagai bagian dari sistem kalibrasi termometer telinga merupakan media yang telah didesain dengan dimensi persegi dengan ukuran luar 35 cm x 25 cm x 25 cm dan daerah kerja 16 cm x 22 cm x 22 cm. Konstruksi dibuat menggunakan bahan stainless steel dan dikarakterisasi keseragaman dan kestabilannya. Karakterisasi dilakukan menggunakan 2 buah termometer tahanan platina standar dengan metode pengukuran axial dan metode pengukuran radial pada rentang suhu 35,5 °C, 37,0 °C dan 41,0 °C didapatkan keseragaman terbesar 0,008 °C, dan nilai stabilitas 0,017 °C. Dengan nilai tersebut bak air ini dapat dijadikan sebagai media kalibrasi yang merupakan bagian dari sistem kalibrasi termometer telinga dan sudah memenuhi persyaratan sesuai OIML R 7, Edition 1979

Kata kunci: bak air, keseragaman, stabilitas, karakterisasi

Abstract

Water bath as part of the ear thermometer calibration system is a media that has been designed with square dimensions with an outer size of 35 cm x 25 cm x 25 cm and a working area of 16 cm x 22 cm x 22 cm. Construction is made using stainless steel, and its uniformity and stability are characterized. Characterization was carried out using 2 standard platinum resistance thermometers with axial measurement methods and radial measurement methods in the temperature range of 35.5 °C, 37.0 °C and 41.0 °C obtained the greatest uniformity 0.008 °C, and stability value 0.017 °C. With this value, this water bath can be used as a calibration media which is part of the ear thermometer calibration system and meets the requirements according to OIML R 7, Edition 1979

Keywords: : water bath uniformity, stability, characterization

1. PENDAHULUAN

Pelayanan rumah sakit atau klinik diperlukan untuk melakukan pengobatan dan menjaga kesehatan pasiennya, dalam proses pengobatan diperlukan analisa awal salah satunya pengukuran kondisi suhu badannya. Alat ukur suhu yang populer digunakan saat ini adalah termometer telinga yang memiliki beberapa kelebihan yaitu higienis, mudah digunakan dan nilai pengukuran lebih mudah dibaca. Termometer telinga ini mengukur suhu badan dengan metode pengukuran non kontak yaitu radiasi suhu didalam telinga. Untuk menjamin agar hasil pengukuran benar, akurat dan tertelusur diperlukan kalibrasi untuk memastikan alat yang digunakan dalam kondisi baik..

Dalam hal ini pemerintah melalui Undang-Undang (UU) No. 36 tahun 2009 tentang kesehatan (Kesehatan, 2009), UU No. 44 tahun 2009 tentang rumah sakit, untuk dapat memenuhi

persyaratan-persyaratan tersebut (Undang-undang Rumah Sakit, 2009), Permenkes No. 54 Tahun 2015 Tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, mengatur bahwa alat-alat medis yang digunakan untuk keperluan diagnosa, terapi, rehabilitasi dan penelitian medik baik secara langsung maupun tidak langsung dan memiliki parameter penunjukan, keluaran, atau kinerja wajib untuk dikalibrasi atau diuji secara berkala (Permenkes No 54, 2015)

Saat ini kalibrasi termometer telinga masih belum dapat dilakukan dikarenakan keterbatasan peralatan yang dimiliki laboratorium laboratorium kalibrasi yang ada di Indonesia. Untuk itu kami melakukan penelitian melalui pendanaan INSINAS 2019 dengan judul. Pengembangan Sistem Kalibrasi Termometer Telinga Untuk Mendukung Standardisasi Bidang Kesehatan. Inti dalam sistem yang dibuat terdiri dari media kalibrasi, benda hitam (*blackbody cavity*), dan termometer standar. Salah satu komponen dari

sistem ini adalah media kalibrasi berupa bak cairan., yang didisain dimensi, cairan bak dan pengaturan suhu agar mendapatkan nilai keseragaman dan stabilitas yang memenuhi syarat sebagai media kalibrasi termometer telinga. Penggunaan bak air untuk kalibrasi termometer telinga mesti memiliki kestabilan 0.02 °C dan keseragaman 0,01 °C (OIML, 1979).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengukuran suhu dilakukan dapat menggunakan termometer jenis non kontak dan kontak, (Nicholas & White, 2001) yang termasuk jenis termometer non kontak yaitu termometer radiasi dan termometer telinga, sedangkan termometer jenis kontak contohnya termometer gelas, termometer tahanan platina, dan termometer digital dengan sensor.

Untuk mengkalibrasi termometer kontak dan non kontak diperlukan sebuah media kalibrasi dapat berupa bak cairan, *drywell*, *mikrobath*, tungku/furnace dan *blackbody source*. Sebagai media kalibrasi harus memiliki sistem yang suhunya bisa diatur dan memiliki nilai keseragaman suhu yang baik.

Sistem kalibrasi termometer telinga yang dibangun merupakan gabungan dari pengukuran suhu kontak dan non kontak. Termometer termometer telinga merupakan termometer jenis non kontak yang dapat mengukur suhu radiasi dari objek ukurnya dalam hal ini diperlukan benda hitam atau *blackbody cavity* untuk mendapatkan sumber radiasi yang sangat teliti diperlukan pengkondisian *blackbody cavity* dalam sebuah bak cairan Desain yang diperlukan berupa bak cairan yang diyakini lebih baik dari stabilitas dan keseragamannya.

2.1 Bak Cairan

Bak cairan merupakan suatu alat atau wadah yang diisi cairan yang suhunya dapat diatur sesuai kebutuhan. Bak cairan memiliki beberapa komponen berupa pemanas (*heater*), pengontrol suhu, pengaduk (*stirer*) dan sensor suhu. Pemanas (*heater*) berfungsi untuk memanaskan cairan, pengontrol suhu berfungsi untuk mengatur suhu cairan dan pengaduk (*stirer*) berfungsi untuk mengaduk sehingga suhu cairan dalam bak menjadi seragam (Bentley, 1998)

Bak cairan menggunakan beberapa jenis cairan yang dapat digunakan sesuai rentang suhunya, jenis cairan yang umum digunakan yaitu alkohol atau etelin glykol (-70°C ~25 °C), air (25°C ~100°C), minyak silikon (100°C ~300°C), dan garam campuran potassium nitrat (KNO₃) dan

sodium nitrat(NaNO₃) dengan perbandingan 1:1 (300°C ~650°C).

Semua jenis bak cairan ini yang dipasaran atau pabrikan biasanya sudah dilengkapi dengan data spesifikasi dari pembuat berupa nilai ketelitian / *accuracy* yang merupakan kualitas unjuk kerja dari bak cairan tersebut. Bak cairan digunakan sebagai media kalibrasi perlu dikarakterisasi keseragaman dan stabilitasnya. Nilai tersebut sebagai indikasi kualitas bak cairan tersebut, semakin kecil nilainya semakin baik kualitas bak cairan tersebut. Bak cairan yang didesain untuk Sistem kalibrasi termometer telinga merupakan bak air untuk rentang suhu 32 °C ~42 °C dengan dimensi yang dibangun berbentuk persegi dengan ukuran luar 35 cm x.25 cm x 25 cm dan daerah kerja 16 cm x.22 cm x 22 cm. Kontruksi dibuat menggunakan bahan *stainless steel*, sistem pengadukan menggunakan motor agar suhu air merata. Berikut desain bak air gambar 1.

Gambar 1. Skema Desain Bak Cairan

Gambar 2. Foto Bak Cairan

2.2 Sistem Pengontrol Suhu

Sistem pengontrol disusun oleh sensor dan aktuatur yang melakukan tindakan tertentu untuk mengatur suatu proses sehubungan dengan beberapa spesifikasi (KA, C.O, A, & A.O, 2013). Pengaturan suhu pada bak air menggunakan teknik pengaturan PID, yaitu dengan memproses *signal* suhu secara proporsional, integrasi, dan derivatif, sehingga suhu stabil pada suatu *set-point*.

Proporsional *Band* (Pb) merupakan hal yang sangat mempengaruhi kestabilan suhu bak air. Rentang Pb berpengaruh terhadap kestabilan pengukuran suhu sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3, apabila nilai proporsional band terlalu dekat maka suhu bak air akan beresilasi (berayun bolak balik) maksimal, hal ini dikarenakan kontroler bertindak berlebihan terhadap perubahan suhu. Apabila nilai proporsional band terlalu lebar maka suhu pada bak air tidak dapat stabil optimal karena kontroler kurang respon terhadap terjadinya perubahan suhu.

Gambar 3. Fluktuasi Suhu Bak Air akibat Variasi Setting Pb

Proporsional *Band* yang optimum dipengaruhi oleh dimensi, volume air, sirkulasi, material yang dipanaskan, konduktivitas panas, *setting power heater*, dan suhu kerja. Nilai rentang proporsional band harus dikarakterisasi apabila terjadi perubahan pada faktor-faktor yang berpengaruh tersebut.

Sistem kontrol modern atau kontrol PID sebaiknya diset pada nilai terbaik dan nilai proporsional band dilakukan *setting* secara benar. Untuk sistem kontrol yang sensitif, sistem kontrol tersebut memiliki nilai gain besar dan nilai proporsional band kecil.

Bak Cairan yang dirancang sesuai gambar 1, dilengkapi dengan sistem kendali suhu yang terdiri dari sistem pengontrol PID dan sensor suhu Pt-100. *Setting* mode PID yaitu P:0,2 % ; I :0% dan D:15 detik. Berikut ditunjukkan Gambar 4. Skema pengendali suhu

Gambar 4. . Skema Pengendali Suhu (Autonics)

Prinsip kerja dari bak air adalah pada saat saklar ditekan pada posisi on, maka arus listrik dari sumber akan memberi suplai listrik pada *heater*. *Heater* yang diberi arus listrik akan memberikan panas pada air sehingga suhu air dalam bak semakin tinggi. Sensor suhu Pt-100 yang ditempatkan pada bak air akan mendeteksi suhu air. Pada derajat suhu tertentu sesuai *setting* pada pengontrol, sensor Pt-100 akan memberikan input kepada pengontrol.

Gambar 5. Foto bagian dalam sistem kontrol bak air

Berdasarkan input dari Pt-100 tersebut maka pengontrol akan membuka kontaktor relay sehingga arus listrik terputus. Dengan demikian heater tidak mendapatkan suplai arus dan proses pemanasan akan berhenti. Suhu air dalam bak berangsur-angsur turun. Sensor Pt -100 akan

mendeteksi suhu air dan memberikan input pada pengontrol untuk menutup kontaktor relay sehingga terjadi pemanasan akan menyala dan pemanasan air kembali terjadi. Demikian seterusnya sehingga suhu air dalam bak konstan sesuai setting pada pengontrol

3. METODE PENELITIAN

Metode karakterisasi bak air ini menggunakan metode pengukuran secara Radial dan metode pengukuran secara Axial, menggunakan 2 buah termometer tahanan platina standar, sebuah indikator yang memiliki ketelitian tinggi dan sebuah computer untuk merekam hasil karakterisasi. Kedua sensor ditempatkan pada titik titik yang sudah ditentukan 5 posisi berdasarkan daerah kerja yang akan digunakan (ASTM, 2011)

3.1 Pengukuran Secara Radial

Pengukuran dilakukan dengan cara pemindahan sensor termometer tahanan platina pengukur (TTP2) secara horizontal ke posisi sesuai dengan gambar 5, dan posisi termometer tahanan platina acuan (TTP1) ditempatkan pada posisi yang tetap (posisi A).

Pengambilan data dilakukan setelah bak air sudah stabil sesuai setting suhunya dengan cara dibandingkan penunjukkan TTP1 (acuan) pada posisi A dan TTP2 posisi 1, selanjutnya TTP2 dipindahkan ke posisi 2, 3 dan 4, sehingga dalam satu set pengukuran untuk kedalaman sensor 15 cm mempunyai 4 pasang data : A-1, A-2, A-3 dan A-4,

Gambar 6. Sistem Pengukuran Secara Radial

Gambar 7. Sistem Pengukuran Secara Axial

3.2 Pengukuran secara Axial

Pemindahan Sensor pada pengambilan data ditarik ke atas (vertical) pada posisi yang telah ditentukan sesuai gambar 2.

Pengambilan data dilakukan setelah bak cairan sudah stabil sesuai setting suhunya dengan cara

dibandingkan penunjukkan TTP1 (acuan) pada posisi A dan TTP2 posisi B2, selanjutnya TTP2 dipindahkan ke posisi B1, B2, B3 dan B4, sehingga dalam satu set pengukuran untuk setiap setting suhu mempunyai 4 pasang data : A-B1, A-B2, AB3 ,dan B4

Gambar 8 . Foto karakterisasi Bak Air

4. HASIL DAN ANALISA

Karakterisasi bak air dilakukan pada titik 35,5°C, 37,0 °C, dan 41,0°C. (ASTM E 667 - 98, 2003) Pengukuran dilakukan dengan 2 buah : TTP 1 merk ISOTECH tipe 935-14-112 No.Seri : 39309-2 dan TTP 2 merk ISOTECH tipe 935-14-112 No.Seri : 39309-2 yang tertelusur ke SNSU BSN yang memiliki ketidakpastian 0,03°C dengan factor cakupan 2. Titik titik posisi disesuaikan dengan gambar 6 dan gambar 7, berikut hasil pengukuran keseragaman bak air.

Tabel 1. Data Pengukuran Keseragaman setting suhu 35,5°C

Kedalaman pengukuran	Posisi titik Ukur	Penunjukkan °C		Δt °C
		Acuan TTP1	TTP2	
10 cm	A-1	35.65924511	35.66502332	0.006
	A-2	35.66102643	35.66586712	0.005
	A-3	35.67495199	35.67478633	0.000
	A-4	35.66184522	35.66705468	0.005
15 cm	A-B1	35.65625749	35.66099186	0.005
	A-B2	35.65284486	35.66070435	0.008
	A-B3	35.65547621	35.65904176	0.004
	A-B4	35.63971933	35.64667862	0.007

Nilai keseragaman diambil dari table 1 merupakan selisih penunjukkan nilai TTP 1(Acuan) pada posisi A dengan penunjukkan TTP 2 pada setiap posisi titik ukur berdasarkan pengukuran *axial* dan pengukuran *radial*. Nilai yang diambil dari nilai selisih terbesar di pengukuran posisi A dan B2 yaitu 0,008°C

Gambar 9 . Hasil Pengukuran stabilitas pada suhu 35,5°C

Pengukuran stabilitas diambil dari nilai standar deviasi terbesar penunjukkan TTP1 atau Acuan. Pengukuran kestabilan dilakukan selama 30 menit pada semua posisi titik ukur nya , nilai stabilitas pada suhu 35,5°C adalah 0,017°C.

Tabel 2. Data Pengukuran Keseragaman setting suhu 37,0°C

Kedalaman pengukuran	Posisi titik	Penunjukkan °C		Δt °C
		Acuan TTP1	TTP2	
10 cm	A-1	37.162823	37.157264	0.006
	A-2	37.182993	37.176540	0.006
	A-3	37.149263	37.142517	0.007
	A-4	37.171639	37.167562	0.004
15 cm	A-B1	37.170317	37.165646	0.005
	A-B2	37.126168	37.119010	0.007
	A-B3	37.165108	37.156793	0.008
	A-B4	37.164620	37.161999	0.003

Nilai keseragaman diambil dari table 2 merupakan selisih penunjukkan nilai TTP 1(Acuan) pada posisi A dengan penunjukkan TTP 2 pada setiap posisi titik ukur berdasarkan pengukuran *axial* dan pengukuran *radial*. Nilai yang diambil dari nilai selisih terbesar di pengukuran posisi A dan B2 yaitu 0,008°C

Gambar 10 . Hasil Pengukuran stabilitas pada suhu 37,0°C

Pengukuran stabilitas diambil dari nilai standar deviasi terbesar penunjukkan TTP1 atau Acuan. Pengukuran kestabilan dilakukan selama 30 menit pada semua posisi titik ukur nya , nilai stabilitas pada suhu 37,0°C adalah 0,014°C.

Tabel 3. Data Pengukuran Keseragaman setting suhu 41,0°C

Kedalaman pengukuran	Posisi titik	Penunjukkan °C		Δt °C
		Acuan TTP1	TTP2	
10 cm	A-1	41.642095	41.648220	0.006
	A-2	41.665296	41.671283	0.006
	A-3	41.623576	41.631020	0.007
	A-4	41.668978	41.675246	0.006
15 cm	A-B1	41.635539	41.642095	0.006
	A-B2	41.646220	41.651889	0.007
	A-B3	41.658958	41.666202	0.007
	A-B4	41.658958	41.666202	0.007

Nilai keseragaman diambil dari table 3 merupakan selisih penunjukkan nilai TTP 1

(Acuan) pada posisi A dengan penunjukkan TTP 2 pada setiap posisi titik ukur berdasarkan pengukuran *axial* dan pengukuran radial. Nilai yang diambil dari nilai selisih terbesar di pengukuran posisi A dan B2 yaitu 0,007°C

Gambar 11 . Hasil Pengukuran stabilitas pada suhu 41,0°C

Pengukuran stabilitas diambil dari nilai standar deviasi terbesar penunjukkan TTP1 atau Acuan. Pengukuran kestabilan dilakukan selama 30 menit pada semua posisi titik ukurnya, nilai stabilitas pada suhu 41,0°C adalah 0,015°C

5. KESIMPULAN

Hasil karakterisasi diambil dari semua pengukuran berdasarkan posisi daerah kerja bak air dengan metode pengukuran *axial* dan radial didapatkan nilai keseragaman pada suhu 35,5°C : 0,08°C, 37,0°C : 0,008°C, 41,0°C : 0,007°C , untuk kestabilan pada 35,5°C : 0,017°C, 37,0°C : 0,014°C, 41,0°C : 0,015°C

Nilai keseragaman dan kestabilan yang didapatkan dari hasil karakterisasi masuk dengan yang dipersyaratkan pada OIML – R7 , bak air yang dibuat dapat dijadikan media kalibrasi untuk sistem kalibrasi thermometer telinga

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih Pengelola Pendanaan INSINAS 2019 , kepada Bapak Acep Sujita AMD, Arlan, ST. Efendi, ST. selaku tim teknisi ke laboratorium metrologi suhu atas bantuannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. (2011). *Standard Specification for Gravity Convection and Forced-Circulation Water Bath*. ASTM.
- ASTM E 667 - 98. (2003). *Standard Specification for mercury-in-Glass Maximum Self-Registering Clinical Thermometer*.

- Autonics. (n.d.). *High Accuracy PID Temperature Controller TK4 Series Instruction Manual*. Autonics.
- Bentley, R. E. (1998). Resistance and Liquid-in-Glass Thermometry. In *Handbook of Temperature Measurement Vol 2*.
- KA, A., C.O, E., A, E., & A.O, N. (2013). Design, Modelling and Simulation of Microcontroller Based Temperature Controller in Ventilation. *IJREEIE*.
- Kesehatan, K. (2009). *Undang-Undang No 36*. Kementerian Kesehatan.
- Nicholas, J. V., & White, D. R. (2001). In *Traceable Temperature (An Introduction to Temperature Measurement & Calibration)*.
- OIML. (1979). *Clinical Thermometer (Mercury-in-glass, With Maximum Device)*. OIML R7.
- Permenkes No 54. (2015). *Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan*. Kementerian Kesehatan.
- Undang-undang Rumah Sakit. (2009). *Undang Undang No 14 Tentang Rumah Sakit*. Kementerian Kesehatan.