

PENINGKATAN KEMAMPUAN SISTEM KALIBRASI TERMOMETER GELAS

DEVELOPMENT OF GLASS THERMOMETER CALIBRATION SYSTEM

Bambang Herlambang, Dwi Larasati, Agus Prihartono
Puslit Metrologi LIPI Kawasan Puspiptek Serpong
bambangherlambang@yahoo.com

Abstrak

Dalam penelitian ini dilakukan pengembangan sistem kalibrasi termometer gelas menggunakan kamera CCTV. Penggunaan kamera ini bertujuan untuk memudahkan pembacaan kolom cairan termometer gelas sehingga mengurangi kesalahan, meningkatkan ketelitian pada pembacaan skala dan dapat dilakukan pembacaan pada jarak jauh. Komponen yang digunakan untuk pengembangan adalah kamera CCTV, konektor video *out to USB*, kabel video dan laptop. Perangkat lunak yang digunakan memiliki fungsi menampilkan, menangkap dan menyimpan gambar. Sistem monitoring suhu diuji kinerjanya untuk mengamati hasil pengukuran termometer gelas standard dan termometer gelas uji menggunakan *waterbath* pada suhu 20°C, 25°C, 30°C, dan 35°C. Hasil pengujian menunjukkan sistem monitoring skala termometer yang dikembangkan berhasil dengan baik dan menghasilkan pembacaan yang lebih teliti.

Kata kunci : kamera CCTV, pembacaan, kalibrasi, termometer gelas.

Abstract

In this research, a calibration system for glass thermometer was developed using CCTV camera. The use of this camera aims to facilitate the reading of the liquid column of glass thermometers thereby reducing errors, increasing accuracy on scale readings and can be read on a distance. The components used for development are CCTV cameras, video out to USB connectors, video cables and laptops. The software used is created using C++ with the function of displaying, capturing and storing images. The temperature monitoring system tested its performance to observe the results of standard glass thermometer and unit under test glass thermometer using water bath at 20°C, 25°C, 30°C, and 35°C. The test results showed that the thermometer scale monitoring system developed successfully and resulted in a more rigorous reading.

Keywords: CCTV camera, reading, calibration, glass thermometer.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Termometer gelas merupakan alat ukur suhu yang banyak digunakan di industri dan individu. Alat tersebut memanfaatkan prinsip pemuaian cairan air raksa (Hg) untuk menunjukkan pengukuran suhu [1]. Termometer air raksa biasanya memiliki rentang ukur -35°C - 450°C. Termometer air raksa untuk pengukuran suhu memiliki beberapa kelebihan yaitu :

- Dapat menyerap panas suatu benda yang akan diukur sehingga temperatur air raksa sama dengan temperatur benda yang diukur.
- Tidak membasahi dinding tabung sehingga pengukurannya menjadi lebih teliti.
- Pemuaian air raksa teratur atau linear terhadap kenaikan temperatur, kecuali pada temperatur yang sangat tinggi.
- Mudah dilihat karena air raksa dapat memantulkan cahaya.

Laboratorium Suhu Puslit Metrologi memiliki sistem kalibrasi termometer gelas menggunakan *waterbath* yang dilengkapi dengan pengaduk dan pemanas. *Waterbath* memiliki bak berisi air sebagai media untuk mengkondisikan suhu lingkungan. Termometer standar dan termometer yang dikalibrasi dimasukkan dalam bak air kemudian suhu air diseting pada suhu tertentu pada pengontrol suhu.

Pembacaan kedua termometer dibandingkan untuk mengetahui koreksi pengukuran termometer yang dikalibrasi.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan perancangan sistem kontrol temperatur *waterbath* [2]. Namun sistem kalibrasi termometer gelas yang ada pembacaannya masih bersifat konvensional dimana operator mengamati skala ukur pada termometer gelas. Cara ini cukup merepotkan dan membutuhkan ketajaman penglihatan operator. Hal ini dapat menimbulkan kesalahan pembacaan pengukuran dalam proses kalibrasi yaitu kesalahan paralaks [3]. Untuk itulah diperlukan pengembangan sistem kalibrasi tersebut untuk memudahkan pembacaan skala termometer gelas.

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih dari waktu ke waktu maka peneliti terus berusaha menciptakan sistem pemantauan yang lebih efisien [4]. Oleh karena itu pengamatan suatu objek menjadi lebih praktis. Untuk mengamati suatu objek tidak perlu dilakukan pengamatan secara langsung dan terus menerus, namun cukup meletakkan suatu kamera yang mengarah pada objek yang diinginkan lalu mengamatinya dari layar monitor.

1.2. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan pengembangan sistem kalibrasi termometer gelas untuk meningkatkan kemampuan sistem tersebut. Peningkatan kemampuan sistem kalibrasi termometer gelas dalam penelitian ini adalah kemudahan dalam pembacaan skala termometer dengan melengkapi sistem tersebut menggunakan kamera CCTV. Kamera tersebut digunakan untuk proses pengamatan skala ukur pada termometer tersebut sehingga untuk memudahkan pembacaan hasil pengukuran dalam proses kalibrasi. Sistem yang telah dikembangkan kemudian diuji kinerjanya untuk mengukur suhu yang ditunjukkan oleh termometer gelas. Pengembangan sistem kalibrasi termometer ini memiliki tiga tujuan yaitu (1) memudahkan pembacaan skala, (2) mengurangi kesalahan pembacaan skala, (3) meningkatkan kecepatan pembacaan hasil pengukuran.

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini dilakukan pengembangan sistem kalibrasi termometer gelas yang dimiliki oleh Laboratorium Metrologi Suhu Puslit Metrologi LIPI. Pengembangan yang dilakukan adalah peningkatan kemampuan pembacaan skala termometer menggunakan kamera CCTV. Hal ini bertujuan memudahkan proses pembacaan skala pada termometer gelas.

2.1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan sistem kalibrasi termometer adalah kamera CCTV, konektor, kabel dan laptop. Pengamatan skala termometer dalam penelitian ini dilakukan menggunakan kamera CCTV seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Kamera CCTV (*Closed Circuit Television*) merupakan sebuah perangkat kamera video digital yang digunakan untuk mengirim sinyal ke layar monitor di suatu ruang atau tempat tertentu melalui transmisi kabel coaxial atau UTP (*Unshielded Twisted Pair*) bahkan tanpa kabel ke lokasi tertentu dengan menampilkan gambar dari kamera yang dipasang di ruangan yang diinginkan untuk dipantau, direkam, atau dianalisa [5,6]. Hal tersebut memiliki tujuan untuk dapat memantau situasi dan kondisi tempat tertentu. Pada umumnya CCTV sering kali digunakan untuk mengawasi area publik. Awalnya gambar dari kamera CCTV hanya dikirim melalui kabel ke sebuah ruang monitor tertentu dan dibutuhkan pengawasan secara langsung oleh operator/petugas keamanan dengan resolusi gambar yang masih rendah.

Keberhasilan sistem CCTV ditentukan oleh kualitas elemen-elemen yang mendukung sistem tersebut diantaranya adalah [6]:

- a. Kamera: Berdasarkan kategori bentuk terbagi menjadi dua macam yaitu *fixed camera* (Posisi Kamera tidak bisa berubah ubah) dan PTZ (Pan Tilt Zoom) camera (Posisi Kamera dapat berubah dan dapat di zoom)
- b. Media Transmisi: Media transmisi dari CCTV menggunakan kabel koaksial atau UTP sedangkan *wireless* menggunakan *access point* berupa *Router*.

- c. Monitor: menampilkan objek yang ditangkap oleh kamera.
- d. Aplikasi piranti lunak: suatu aplikasi yang dapat mengontrol CCTV dari suatu tempat dan dapat diintegrasikan dengan *server* penyimpanan video.
- e. Media Penyimpanan: DVR (*Digital Video Recorder*) atau *Hardisk*

Kamera CCTV yang digunakan memiliki kemampuan zoom in dan out sehingga memudahkan untuk pengaturan fokus agar diperoleh gambar yang jelas. Kemampuan zoom in kamera maksimal 37x. Kamera ini memiliki kanal video out untuk dihubungkan dengan monitor. Agar dapat dihubungkan dengan laptop maka diperlukan konektor VGA *out to* USB. Spesifikasi kamera CCTV yang digunakan adalah sebagai berikut [7]:

- 1/4" Super HAD Color CCD Sensor
- 37x Varifocal Lens (3.5 to 129.5mm)
- Resolution up to 600TVL (Color)
- Minimum Illumination of 0.0004 lux
- SSSDR / 2D+3D Noise Filter (SSNRIII)
- Day & Night ICR Function / Gain Control
- DIS / Highlight Compensation
- Auto White Balance / Privacy Masking
- Pelco-C & RS-485 Control / Dual Power
- Black & Silver Finish



Gambar 1. Kamera CCTV untuk pengamatan skala ukur termometer gelas

Untuk menghubungkan kamera CCTV dengan laptop maka dibutuhkan Konektor Video *out to* USB. *Video Capure Adapter with Audio* USB ini memiliki kemampuan untuk meng-*capture*, transfer, *editing* dan menjadikannya ke dalam kepingan CD/DVD dengan cara yang sangat mudah. Perangkat ini dapat mengcapture video dari camcorder, TV, kamera CCTV, video VHS dengan kualitas yang baik dan juga dapat memindahkan format video VHS ke dalam format DVD. Konektor video *out to* USB diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konektor video out to USB untuk menghubungkan kamera dengan laptop

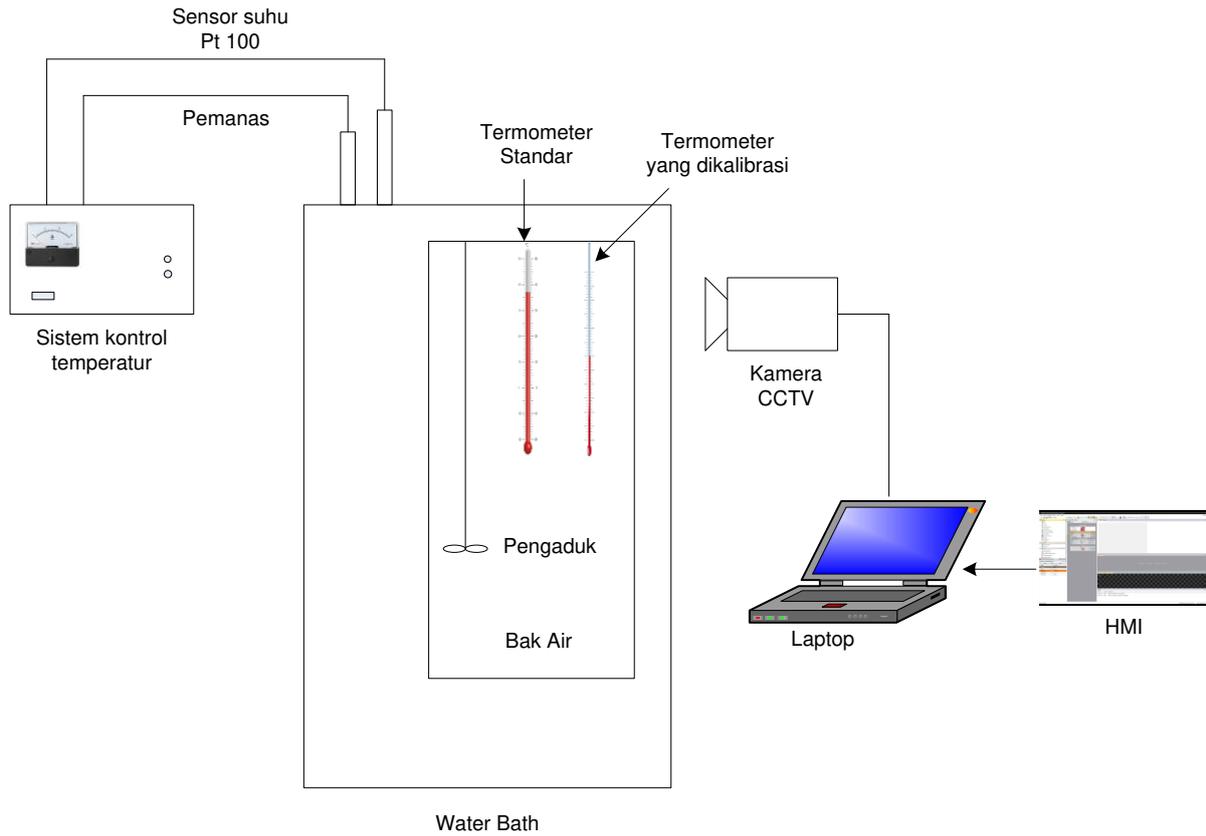
Dalam penelitian ini digunakan laptop untuk monitoring skala termometer. Penggunaan laptop untuk pengukuran memiliki beberapa kelebihan yaitu [8-10]:

- Dapat bekerja lebih cepat
- Hasil output data berupa angka yang mudah untuk dibaca dan diinterpretasikan
- Dapat menyimpan data
- Output yang beragam, mulai dari angka, huruf, tulisan, gambar, hingga grafik.
- Multifungsi, bisa digunakan untuk banyak keperluan

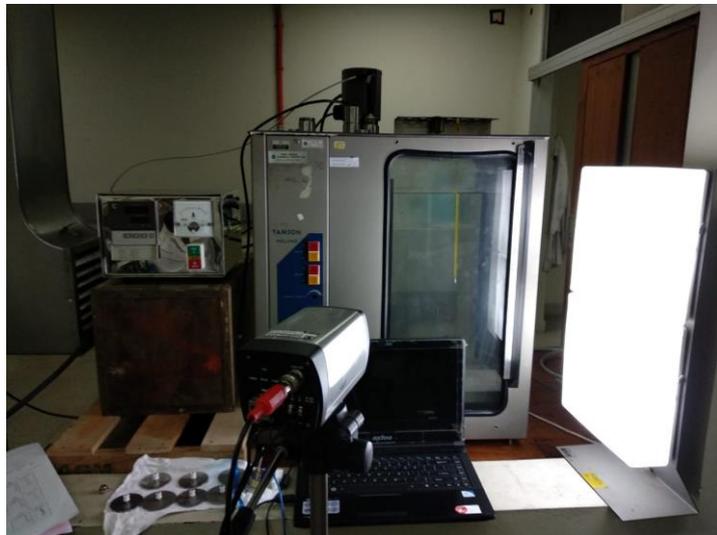
Perangkat keras yang digunakan diintegrasikan untuk mendapat sistem pengamatan skala termometer. Alur monitoring skala termometer diperlihatkan pada Gambar 3. Sedangkan skema pengembangan sistem ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Alur monitoring skala termometer



Gambar 4. Skema pengembangan sistem kalibrasi termometer gelas menggunakan CCTV untuk monitoring skala termometer



Gambar 5. Foto sistem kalibrasi termometer gelas dengan kamera CCTV

2.2. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan memiliki beberapa fungsi yaitu :

1. Menampilkan gambar
2. Menangkap gambar
3. Menyimpan gambar.

Tampilan antarmuka (HMI) perangkat lunak ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan antarmuka (*interface*) perangkat lunak monitoring skala termometer

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem kalibrasi diuji terhadap termometer gelas uji merk X dengan skala terkecil 1°C dibandingkan terhadap termometer gelas standar merk Thermo Schneider dengan resolusi 0,1°C. Kedua termometer dicelupkan ke dalam bak air yang suhunya dapat diatur. Kalibrasi dilakukan pada suhu 20°C, 25°C, 30°C dan 35°C. Pengamatan skala termometer dilakukan dengan cara konvensional (manual) dan menggunakan kamera CCTV. Hasil kalibrasi ditampilkan pada tabel 1. Sedangkan foto monitoring skala termometer oleh kamera pada suhu 20°C, 25°C, 30°C dan 35°C ditunjukkan pada Gambar 7. Kesalahan pengukuran dihitung dengan menggunakan persamaan 1 [9,10] :

$$K = T.\text{std} - T.\text{uji} \quad (1)$$

dengan K : koreksi, T.std : penunjukkan termometer gelas standar, dan T.uji penunjukkan termometer gelas uji

Tabel 1. Hasil kalibrasi set point 20°C

Set.point °C	Metode Konvensional			Metode Kamera		
	T.std °C	T.uji °C	Koreksi °C	T.std °C	T.uji °C	Koreksi °C
20	21,1	21	0,1	21,12	21	0,12
	21,1	21	0,1	21,12	21	0,12
	21,1	21	0,1	21,12	21	0,12
	21,1	21	0,1	21,12	21	0,12
	21,1	21	0,1	21,12	21	0,12
	21,1	21	0,1	21,12	21	0,12
Rerata	21,1	21	0,1	21,12	21	0,12



Gambar 7. Hasil kalibrasi dengan kamera pada set point 20°C

Tabel 2. Hasil kalibrasi set point 25°C

Set.point °C	Metode Konvensional			Metode Kamera		
	T.std °C	T.uji °C	Koreksi °C	T.std °C	T.uji °C	Koreksi °C
25	26,4	26	0,4	26,42	26	0,42
	26,4	26	0,4	26,42	26	0,42
	26,4	26	0,4	26,42	26	0,42
	26,4	26	0,4	26,42	26	0,42
	26,4	26	0,4	26,42	26	0,42
Rerata	26,4	26	0,4	26,42	26	0,42



Gambar 8. Hasil kalibrasi dengan kamera pada set point 25°C

Tabel 3. Hasil kalibrasi set point 30°C

Set.point °C	Metode Konvensional			Metode Kamera		
	T.std °C	T.uji °C	Koreksi °C	T.std °C	T.uji °C	Koreksi °C
30	31,1	31	0,1	31,12	31	0,12
	31,1	31	0,1	31,12	31	0,12
	31,1	31	0,1	31,12	31	0,12
	31,1	31	0,1	31,12	31	0,12
	31,1	31	0,1	31,12	31	0,12
Rerata	31,1	31	0,1	31,12	31	0,12



Gambar 9. Hasil kalibrasi dengan kamera pada set point 30°C

Tabel 4. Hasil kalibrasi set point 35°C

Set.point °C	Metode Konvensional			Metode Kamera		
	T.std °C	T.uji °C	Koreksi °C	T.std °C	T.uji °C	Koreksi °C
35	36,3	36	0,3	36,32	36	0,32
	36,3	36	0,3	36,32	36	0,32
	36,3	36	0,3	36,32	36	0,32
	36,3	36	0,3	36,32	36	0,32
	36,3	36	0,3	36,32	36	0,32
Rerata	36,3	36	0,3	36,32	36	0,32



Gambar 10. Hasil kalibrasi dengan kamera pada set point 35°C

Dari Tabel 1 - 4 terlihat bahwa koreksi rata-rata hasil pengukuran untuk *set point* 20°C, 25°C, 30°C dan 35°C pada pembacaan menggunakan kamera lebih teliti 2 angka di belakang koma, dengan rata rata adalah 0,02°C. Nilai koreksi ini sangat berpengaruh pada penurunan atau diseminasi nilai standar terhadap alat ukur yang memiliki ketelitian di bawahnya.

Hal ini menunjukkan bahwa koreksi dipengaruhi kesalahan pembacaan termometer. Dengan menggunakan kamera operator dapat bekerja dengan baik mengamati skala ukur termometer gelas. Kamera dapat melakukan zoom in dan out dengan baik sehingga memudahkan pengaturan fokus untuk memperoleh gambar yang jelas. Fitur dan tombol pada kamera semuanya berfungsi dengan baik sehingga tidak ada masalah selama percobaan. Semua konektor dan kabel yang digunakan bekerja dengan baik dan kompatibel sehingga tidak menimbulkan *crash* selama proses pengujian.

Perangkat lunak yang dibuat mampu menampilkan gambar skala ukur termometer gelas dengan jelas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Resolusi gambar yang ditampilkan sesuai dengan spesifikasi kamera yaitu 788 x 498 pixel. Gambar ini dapat ditangkap dan disimpan untuk arsip dan dapat diakses jika diperlukan sewaktu-waktu. Selama proses pengujian perangkat lunak dapat bekerja dengan baik dan tidak terjadi *crash*. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat lunak yang dibuat dapat bekerja dengan baik untuk kalibrasi termometer gelas.

4. KESIMPULAN

Sistem kamera yang dipasang pada sistem kalibrasi termometer gelas memudahkan operator dalam pembacaan, hasil kalibrasi lebih teliti dan dapat dilakukan dari jarak yang jauh. Operator tidak perlu berada langsung di depan bak air karena skala ukur termometer ditampilkan dalam layar laptop dalam bentuk yang diperbesar sehingga memudahkan operator dalam membaca hasil pengukuran. Gambar yang ditampilkan oleh CCTV dapat ditangkap dan disimpan sebagai arsip untuk akses jika diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Ilmu pengetahuan Indonesia (LIPI) melalui Program Tematik Puslit Metrologi LIPI 2018. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr Ghufron Zaid M.Sc selaku Plt Kepala Pusat Penelitian Metrologi LIPI dan Bapak Arfan Sindhu Tistomo, M.Sc. selaku Kasubbid Metrologi Suhu yang telah memberikan akses ke Laboratorium Metrologi suhu dan Bapak Acep Sujita, S.T. atas bantuannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

PERNYATAAN PENULIS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa seluruh isi makalah ini merupakan tanggung jawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] William C. Dunn. *Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control*, McGraw Hill, New York, 2005.
- [2] Agus Prihartono *et al.* "Perancangan dan Pembuatan sistem Otomatis Water Bath untuk Kalibrasi Suhu". *Prosiding PPI KIM 2018*. Puslit Metrologi LIPI. Jakarta. 2018.
- [3] Ragil Febrio Giant *et al.* "Perancangan Aplikasi Pemantau dan Pengendali Piranti Elektronik pada Ruang Berbasis Web". *Jurnal TRANSMISI*, vol. 17, no 2. e-ISSN 2407-6422, Universitas Diponegoro, Semarang, hal 70-75, 2015.
- [4] Tony Kristiantoro *et al.* "Ketidakpastian Pengukuran pada Karakteristik Material Magnet Permanen dengan Alat Ukur Permagraph". *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, Vol. 16 No 1 Juni 2016, Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI, Bandung, 2016.
- [5] Azanuddin dan Efori Buulolo. "Aplikasi View Remote Camera CCTV Dengan Android Untuk Monitoring Kegiatan Mahasiswa Dilaboratorium Komputer Pada STMIK Budidarma Medan". *Jurnal Times*, Volume VI No 1, Juni 2017, pISSN : 2337 – 3601, eISSN : 2549 – 015X, Medan, 2017.

- [6] Bambang Hadiwijaya *et al.* “Perancangan Aplikasi CCTV sebagai Pemantau Ruangan menggunakan IP Camera”. *Jurnal TRANSIENT*, VOL.3 NO.2 JUNI 2014, ISSN: 2302-9927, Universitas Diponegoro, Semarang, hal 232-236, 2014.
- [7] Halit Eren and John G. Webster. *Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook: Spatial, Mechanical, Thermal, and Radiation Measurement*. 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, 2016.
- [8] Robert B. Northrop. *Introduction to Instrumentation and Measurements*. 2nd Edition, Taylor & Francis, Boca Raton, 2005.
- [9] UA Bakshi *et al.* *Electrical Measurements and Instrumentation*, 1st Edition, Technical Publication Pune, Pune, 2009.
- [10] Alan S Morris. *Measurement and Instrumentation Principles*. 3rd Edition, Butterworth Heinemann, Oxford, 2001.