

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Observasi

Gedung BPPT - Jakarta merupakan gedung perkantoran yang memiliki 24 lantai. Total *chiller* yang ada di gedung tersebut berjumlah 10 unit dengan pembagian sebagai berikut:

1. Mesin pendingin (*chiller*) yang berfungsi untuk mendinginkan bangunan gedung berjumlah 8 unit.
2. Mesin pendingin (*chiller*) yang berfungsi untuk mendinginkan ruang auditorium berjumlah 2 unit.

4.1.1. Kondisi Mesin Pendingin (*Chiller*) Gedung

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di lokasi penelitian, terdapat *name plate* spesifikasi *chiller* yang ditempatkan pada box panel. Berikut ini adalah spesifikasi dari *chiller* untuk gedung BPPT dan ruang auditorium sebagai berikut:

Tabel 4.1. Spesifikasi *York Chiller*

Spesifikasi	Gedung	Auditorium
Merk	YORK	YORK
Model	YCAJ77XT9-50PB	YCAJ65NS7-50CP
Frekuensi	50 Hz	50 Hz
Batas Tegangan Kerja	342 – 440 V / 3 Phasa	380 – 415 V / 3 Phasa
Kapasitas Ton	151,2 Ton	114,8 Ton
Kapasitas KW	531,748 KW	403,735 KW
Jenis Refrijeran	Tipe R-22	Tipe R-22

Jenis Kompresor	<i>Reciprocating Hermetic</i>	<i>Reciprocating Hermetic</i>
Tipe Pendinginan:	<i>Air Cooled</i>	<i>Air Cooled</i>
Negara Pembuat:	Amerika Serikat	Amerika Serikat

Semua *chiller* yang terdapat di gedung BPPT yang berjumlah 8 unit dan di ruang auditorium yang berjumlah 2 unit memiliki spesifikasi yang sama. Pemasangan instalasinya juga dilakukan pada waktu yang bersamaan yaitu pada akhir tahun 1993 saat pembangunan gedung selesai. *Chiller* mulai dioperasikan sejak peresmian gedung BPPT di tahun 1994. Sejak pemasangannya di tahun 1993, alat ukur yang terpasang pada *chiller*. Skala temperatur yang digunakan pada *chiller* ini adalah Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) mengikuti standar dan ketentuan yang berlaku di Negara Pembuat (Amerika Serikat). Berikut ini adalah gambar *chiller* yang ada di Gedung BPPT dan ruang auditorium, Jakarta:



Gambar 4.1. *Chiller* di Gedung BPPT

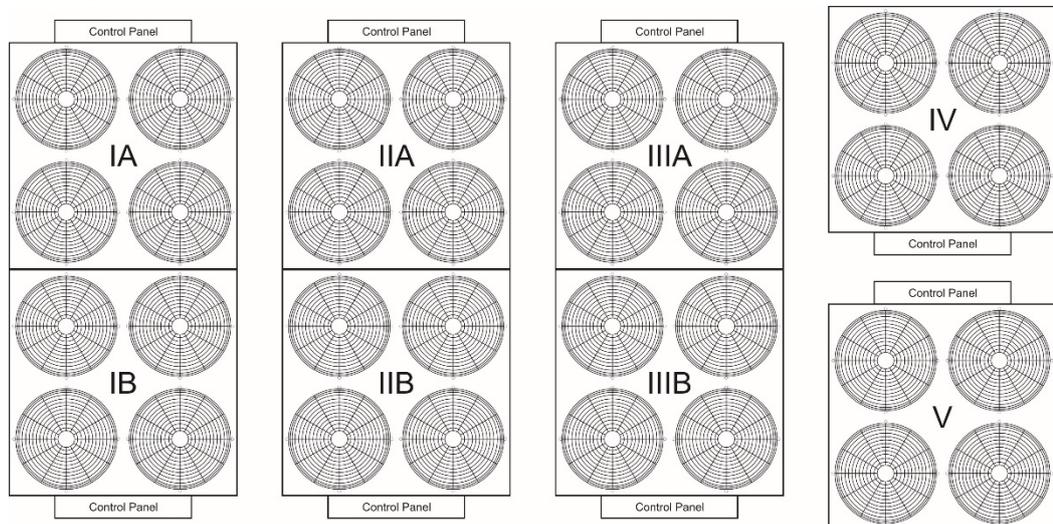


Gambar 4.2. *Chiller* Ruang Auditorium BPPT

Gedung BPPT sendiri sudah menerapkan sistem BAS (*Building Automation System*) pada semua peralatan yang menyangkut sistem penerangan, sistem alarm, serta sistem tata udara gedung (*HVAC*). Oleh karena itu, untuk proses *start-up* dan *shutdown chiller* sudah menerapkan sistem otomatis yang berada di ruang BAS *room*. Untuk *Chiller* gedung dinyalakan pada hari kerja (Senin s.d. Jum'at) mulai pukul 06.30 s.d. 15.50 WIB. *Chiller* tersebut digunakan untuk mendinginkan gedung sebanyak 24 lantai.

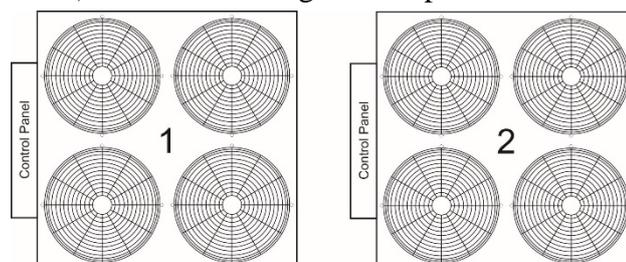
Sementara untuk *chiller* di ruang auditorium hanya satu unit yang *running* setiap harinya. Kecuali bila ada kegiatan seminar ataupun diklat di ruang auditorium. Semua unit *chiller* dinyalakan. *Chiller* ini digunakan untuk mendinginkan ruang auditorium yang berkapasitas 1500 orang. *Chiller running* pada hari kerja (Senin s.d. Jum'at) mulai pukul 06.30 s.d. 15.50 WIB.

Keseluruhan unit *chiller* diletakkan di lingkungan terbuka (*outdoor*). Hal ini sesuai dengan tipe *chiller* yang memanfaatkan udara terbuka untuk mendinginkan kondensor (*air cooled*). Untuk menghindari terjadinya kesalahan saat melakukan *maintenance*, setiap unit *chiller* diberi kode sesuai dengan letak dan posisinya. Mengingat spesifikasi setiap unit *chiller* yang sama antara satu dengan yang lainnya. Berikut ini adalah posisi dan kode *chiller* yang diterapkan di gedung BPPT dan ruang auditorium.



Gambar 4.3. Posisi Penempatan *Chiller* Gedung (Tampak Atas)

Gambar di atas merupakan posisi penempatan *chiller* yang ada di gedung BPPT. Ke-6 unit *chiller* (unit IA, IB, IIA, IIB, IIIA, dan IIIB) diletakkan saling menghadap belakang. Hal ini dilakukan untuk meminimalkan tempat. Kemudian, 2 unit lainnya (IV dan V) diletakkan saling berhadapan.



Gambar 4.4. Posisi Penempatan *Chiller* Auditorium (Tampak Atas)

Untuk gambar di atas adalah posisi penempatan *chiller* yang digunakan untuk pendingin auditorium. Masing-masing *chiller* diberi kode ADT1 dan ADT2. Posisi penempatan unit *chiller* terdapat di lantai 3 gedung BPPT.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, kondisi *chiller* yang berjumlah 10 unit (8 unit diantaranya) bekerja dengan baik. Dua unit diantaranya dalam kondisi rusak yaitu unit IIIA dan IIIB. Kerusakan *chiller* pada unit IIIA sudah terjadi sejak Maret 2014 yang diakibatkan rusaknya unit kompressor. Piston pada kompressor mengalami patah sehingga mesin benar-benar tidak bisa bekerja. Komponen-komponen *chiller* nya pun sudah banyak yang tidak utuh lagi. Hal ini karena *spare part* yang masih layak pakai digunakan untuk *chiller* lainnya sebagai penggantian *sparepart* saat ada kerusakan. Rencananya, *chiller* unit IIIA akan diganti dengan yang baru pada tahun 2016. Sementara kerusakan pada unit IIIB diakibatkan oleh terbakarnya motor listrik kompressor pada sistem 2 *chiller*. Kerusakan ini tidak membuat *chiller* unit IIIB berhenti beroperasi. Namun, konsekuensinya hanya satu sistem saja yang masih bekerja dengan konsekuensi pendinginan menjadi kurang optimal pada *chiller* unit IIIB.⁶⁹

Setelah dilakukan pengamatan dan wawancara dengan karyawan di gedung BPPT, diperoleh sampel penelitian sebanyak 8 buah termometer pada mesin pendingin (*chiller*) yang akan diteliti. Termometer tersebut berada pada *chiller* unit IA, IIA, IB, IIB, IV, V, ADT1 dan ADT2. Enam termometer berasal dari *chiller* gedung BPPT dan dua termometer lainnya berasal dari *chiller* ruang auditorium.

⁶⁹ Hasil Wawancara dengan Bapak Empur Pursada (Kepala *Engineering* Gedung BPPT – Jakarta), pada tanggal 20 November 2015 pukul 13.00 s.d. 13.30 WIB

Kemudian 2 unit *chiller* lainnya (unit IIIA dan IIIB) tidak bisa dijadikan sebagai objek penelitian dengan alasan kondisi *chiller* unit IIIA yang dalam kondisi rusak sehingga tidak bisa bekerja dan unit IIIB hanya 1 sistem yang bekerja sehingga proses pendinginan kurang optimal. Akibatnya suhu tidak memenuhi batas ukur penelitian sebesar 57 – 72 °F.

4.1.2. Pengkodean Instrumen

Pengkodean instrumen dilakukan untuk memudahkan dalam pendataan dari termometer serta mengetahui identitas dari termometer yang akan diuji. Selain itu, pengkodean sangat penting dilakukan agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan analisis data. Karena sampel termometer memiliki bentuk dan fisik yang hampir sama sehingga dikhawatirkan terjadi kekeliruan saat proses analisis data. Untuk menghindari terjadinya kesalahan saat melakukan kalibrasi. Pengkodean dilakukan berdasarkan peraturan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Berikut adalah hasil pengkodean instrumen dari termometer yang akan di uji:

Tabel 4.2. Data Identifikasi Sampel

No.	Kode Instrumen	Jenis Instrumen	Unit Chiller	No. Seri
1	BPPT.IA.001.11.2015	Digital	IA	FAZM104400
2	BPPT.IB.002.11.2015	Digital	IB	FAZM104420
3	BPPT.IIB.003.11.2015	Digital	IIB	FAZM104430
4	BPPT.V.004.11.2015	Digital	V	YGXM556389
5	BPPT.IV.005.11.2015	Digital	IV	FLYM103910
6	BPPT.IIA.006.11.2015	Digital	IIA	FAZM104270
7	BPPT.ADT1.007.11.2015	Digital	ADT1	ELVV104140
8	BPPT.ADT2.008.11.2015	Digital	ADT2	-

Tabel di atas merupakan data identifikasi sampel dimana instrumen nomor 1 sampai 8 adalah sampel termometer dengan spesifikasi dan jenis yang sama. Yang membedakan hanya pada posisi termometer tersebut diletakkan. Termometer digital diletakkan di setiap unit *chiller* dengan menggunakan sensor termistor. Kemudian hasil pembacaan suhu ditampilkan pada *display* kontrol yang diberi nama *Micro Computer Control Center*. Semua aktivitas pengaturan *chiller* dilakukan di *Micro Computer Control Center*.

4.2. Hasil Penelitian

4.2.1. Uji Validitas Hasil Pengukuran

Uji validitas hasil pengukuran ini dilakukan untuk menguji seberapa besar tingkat kesalahan / *Found Error (% of span)* yang terukur pada MC5 (*Multifuction Calibration*). Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil *Found Error (% of span)* yang terukur pada MC5 dengan hasil perhitungan *Found Error (% of span)* secara teori. Sampel yang digunakan untuk pengujian yaitu termometer dengan kode BPPT.IA.001.11.2015 yang dilakukan sebanyak 11 ↑↓.

Sebelum melakukan pengujian kesalahan *Found Error (% of span)*, terlebih dahulu melakukan perbandingan suhu yang terbaca pada *display chiller* dengan MC5 (*Multifuction Calibration*). Dari proses ini akan terlihat selisih suhu yang dihasilkan. Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran suhu pada rentang 57 – 72 °F:

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Suhu BPPT.IA.001.11.2015 dengan MC5 (*Multifunction Calibration*)

<i>Input</i> (°F)	<i>Output</i> (°F)
58.02	57.0
59.18	58.5
60.61	60.0
62.18	61.5
63.59	63.0
65.30	64.5
66.71	66.0
68.32	67.5
69.80	69.0
71.47	70.5
72.91	72.0
71.39	70.5
69.66	69.0
68.46	67.5
67.02	66.0
65.44	64.5
63.98	63.0
62.24	61.5
60.81	60.0
59.22	58.5
58.19	57.0

Dari tabel di atas terlihat dua kolom *Input* dan *Output* yang masing-masing memiliki satuan Farenheit. Pada kolom *input* adalah hasil pembacaan yang tertera pada alat MC5. Sementara kolom *output* adalah hasil pembacaan pada suhu pada *display chiller* yang dijadikan sebagai indikator yaitu pada rentang 57 – 72 °F. Kemudian, data yang telah diperoleh dilakukan perhitungan secara teori sesuai rumus 3.1 untuk mendapatkan nilai *Found Error (% of span)*. Hasilnya adalah sebagai berikut:

$$E_{O \text{ span}} = \frac{57 - 58,02}{72 - 57} \times 100 \%$$

$$E_{O \text{ span}} = \frac{-1,02}{15} \times 100 \%$$

$$E_{O \text{ span}} = -6,80 \%$$

Hasil di atas merupakan sampel dari perhitungan *Found Error (% of span)* secara teori pada suhu *Output* 57,0 °F. Untuk hasil perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel di bawah:

Tabel 4.4. Hasil *Found Error (% of span)* Perhitungan

<i>Input</i> (°F)	<i>Output</i> (°F)	<i>Found Error</i> (% of span) Perhitungan
58.02	57.0	-6.80
59.18	58.5	-4.53
60.61	60.0	-4.06
62.18	61.5	-4.53
63.59	63.0	-3.93
65.30	64.5	-5.33
66.71	66.0	-5.13
68.32	67.5	-5.46
69.80	69.0	-5.33
71.47	70.5	-6.46
72.91	72.0	-6.06
71.39	70.5	-5.93
69.66	69.0	-4.40
68.46	67.5	-6.40
67.02	66.0	-6.80
65.44	64.5	-6.26
63.98	63.0	-6.53
62.24	61.5	-4.93
60.81	60.0	-5.40
59.22	58.5	-4.80
58.19	57.0	-7.93

Tabel di atas menunjukkan hasil perhitungan *Found Error (% of span)* secara keseluruhan. Selanjutnya, hasil yang sudah diperoleh dibandingkan dengan *Found Error (% of span)* yang terukur pada MC5 (*Multifuction Calibration*). Tujuannya untuk mengetahui besar *measurement error* yang dihasilkan pada pengukuran MC5 (*Multifuction Calibration*). Untuk mengetahui besar kesalahan pengukuran dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.5. *Measurement Error*

<i>Found Error (% of span) Perhitungan</i>	<i>Found Error (% of span) Pengukuran</i>	<i>Meassurement Error (%)</i>
-6.80	-6.800	0
-4.53	-4.533	0
-4.06	-4.067	0
-4.53	-4.533	0
-3.93	-3.933	0
-5.33	-5.333	0
-5.13	-5.133	0
-5.46	-5.467	0
-5.33	-5.333	0
-6.46	-6.467	0
-6.06	-6.067	0
-5.93	-5.933	0
-4.40	-4.400	0
-6.40	-6.400	0
-6.80	-6.800	0
-6.26	-6.267	0
-6.53	-6.533	0
-4.93	-4.933	0
-5.40	-5.400	0
-4.80	-4.800	0
-7.93	-7.933	0
\bar{x}		0

Dari tabel di atas terlihat *Found Error (% of span)* secara keseluruhan baik secara perhitungan maupun secara pengukuran pada MC5. Hasil di atas menunjukkan *Measurement Error* memiliki rata-rata 0 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil *Found Error (% of span)* yang terukur pada alat kalibrasi MC5 (*Multifunction Calibration*) dapat dijadikan acuan untuk penelitian.

4.2.2. Hasil Kalibrasi Termometer BPPT.IA.001.11.2015

Berdasarkan hasil pengkalibrasian termometer pada mesin pendingin (*chiller*) yang diadakan di gedung BPPT, Jakarta dengan menggunakan MC5 (*Multifunction Calibration*) dan termometer sampel pertama yang diberi kode instrumen (BPPT.IA.001.11.2015). Sampel pertama memiliki tingkat akurasi $\pm 7\%$ untuk pengukuran suhu pada skala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dengan rentang 57 – 72 $^{\circ}\text{F}$. Hasil Kalibrasinya dapat dilihat pada tabel 4.6. di bawah ini.

Tabel 4.6. Hasil Kalibrasi Termometer Kode Instrumen BPPT.IA.001.11.2015 dengan MC5 (*Multifunction Calibration*)

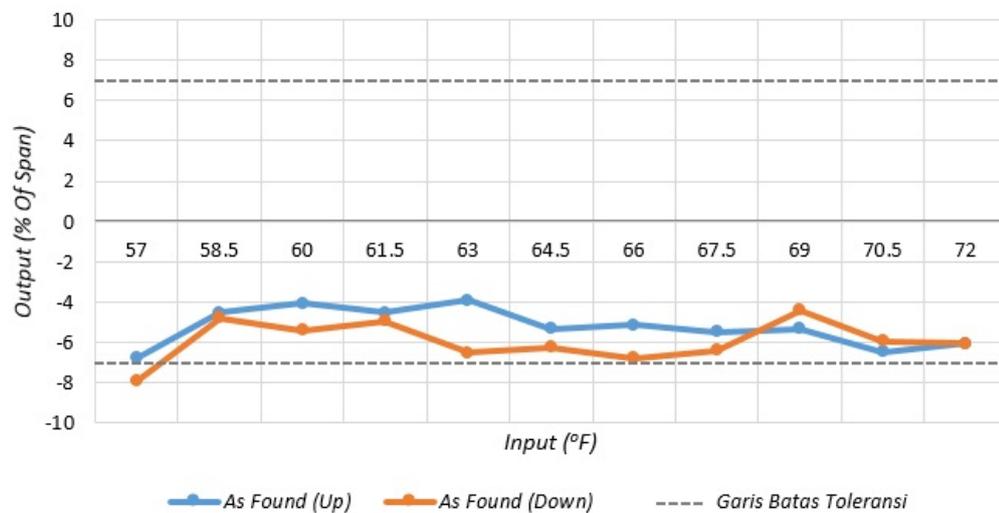
<i>Input</i> ($^{\circ}\text{F}$)	<i>Output</i> ($^{\circ}\text{F}$)	<i>Found Error</i> (% of span)
58.02	57.0	-6.800
59.18	58.5	-4.533
60.61	60.0	-4.067
62.18	61.5	-4.533
63.59	63.0	-3.933
65.30	64.5	-5.333
66.71	66.0	-5.133
68.32	67.5	-5.467
69.80	69.0	-5.333
71.47	70.5	-6.467
72.91	72.0	-6.067
71.39	70.5	-5.933
69.66	69.0	-4.400

68.46	67.5	-6.400
67.02	66.0	-6.800
65.44	64.5	-6.267
63.98	63.0	-6.533
62.24	61.5	-4.933
60.81	60.0	-5.400
59.22	58.5	-4.800
58.19	57.0	-7.933
\bar{x}		-5.574

Ket: tanda (-) pada kolom *Found Error* menandakan bahwa nilai yang terbaca pada termometer lebih kecil dibandingkan nilai yang terbaca pada MC5 dan pada deskripsi tabel ditulis tanpa menggunakan tanda (-).

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat pada kolom pertama yaitu terdapat *input* ($^{\circ}F$) hasil pembacaan oleh alat kalibrator MC5 (*Multifunction Calibration*) yang terhubung sensor termokopel tipe K dengan *cooler* yang terdapat pada *chiller*. Sedangkan pada kolom ke dua terdapat *output* ($^{\circ}F$) hasil pembacaan suhu pada *display* kontrol yang dijadikan sebagai indikator yaitu pada rentang 57 – 72 $^{\circ}F$ dengan jumlah pengukuran sebanyak 11 kali. Kemudian, pada kolom ketiga terdapat *Found Error (% of span)* yang menunjukkan persentase kesalahan yang ditunjukkan oleh alat kalibrasi standar MC5 dengan alat ukur suhu digital termometer yang terdapat pada mesin pendingin (*chiller*).

Pada tabel 4.6. di atas, terlihat hasil pembacaan pengukuran pertama suhu 57 $^{\circ}F$ pada *display* kontrol, dan nilai yang terbaca pada alat kalibrasi MC5 sebesar 58.02 $^{\circ}F$. Sehingga di dapat nilai kesalahan yaitu *Found Error (% of span)* sebesar 6.800 %. Hasil perhitungan rata-rata nilai kesalahan (*% of span*) sebesar 5.574 %.



Gambar 4.5. Grafik Kalibrasi Termometer dengan Kode Instrumen BPPT.IA.001.11.2015

Gambar di atas merupakan grafik kalibrasi termometer dengan kode BPPT.IA.001.11.2015 dimana *as found (up)* merupakan *found error (% of span)* nominal *input* dan *output* pada rentang 57 – 72 °F, sedangkan *as found (down)* merupakan *found error (% of span)* nominal *input* dan *output* pada rentang 70.5 – 57 °F. Garis batas toleransi yang ditetapkan berdasarkan sumber dari *manual book chiller* dan batas rentang suhu 57 – 72 °F diperoleh sebesar $\pm 7\%$ pada pengukuran suhu Farenheit.

Pada grafik di atas, terlihat adanya nilai kesalahan yang melewati batas garis toleransi sebesar 7 %. Nilai kesalahan tersebut terjadi pada pengukuran suhu 57°F yang memiliki nilai kesalahan terbesar yaitu 7.933 %. Kemudian, tingkat akurasi pengukuran yang terjadi pada suhu 63 °F memiliki nilai kesalahan (*% of span*) terkecil sebesar 3.933 %.

4.2.3. Hasil Kalibrasi Termometer BPPT.IB.002.11.2015

Berdasarkan hasil pengkalibrasian termometer pada mesin pendingin (*chiller*) dengan menggunakan MC5 (*Multifuction Calibration*) dan termometer sampel

pertama yang diberi kode instrumen (BPPT.IB.002.11.2015). Sampel kedua memiliki tingkat akurasi $\pm 7\%$ untuk pengukuran suhu pada skala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dengan rentang $57 - 72^{\circ}\text{F}$. Hasil Kalibrasinya dapat dilihat pada tabel 4.7. di bawah ini.

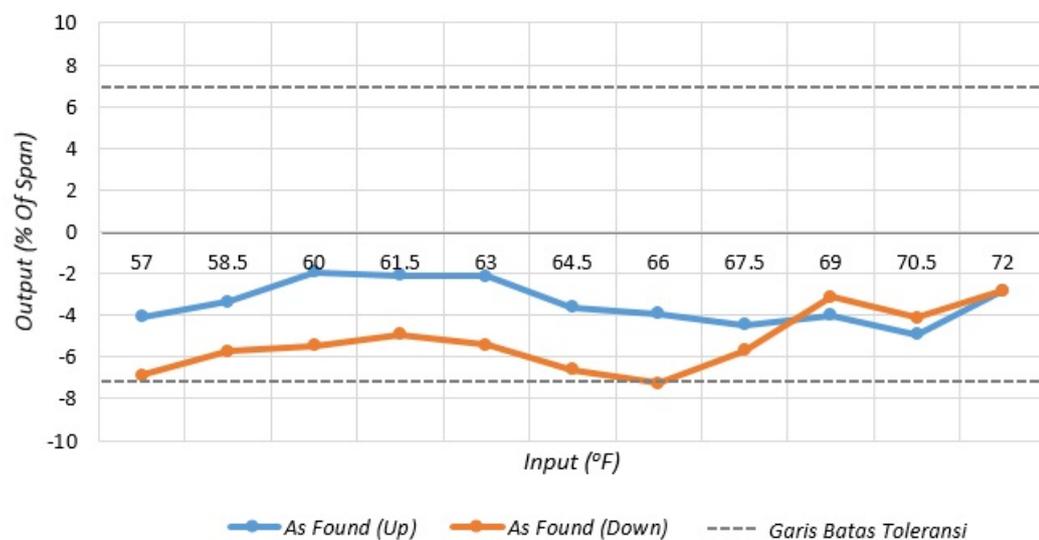
Tabel 4.7. Hasil Kalibrasi Termometer Kode Instrumen BPPT.IB.002.11.2015 dengan MC5 (*Multifuction Calibration*)

<i>Input</i> ($^{\circ}\text{F}$)	<i>Output</i> ($^{\circ}\text{F}$)	<i>Found Error</i> (% of span)
57.61	57.0	-4.067
59.00	58.5	-3.333
60.29	60.0	-1.933
61.81	61.5	-2.067
63.32	63.0	-2.133
65.04	64.5	-3.600
66.59	66.0	-3.933
68.17	67.5	-4.467
69.60	69.0	-4.000
71.24	70.5	-4.933
72.42	72.0	-2.800
71.12	70.5	-4.133
69.47	69.0	-3.133
68.35	67.5	-5.667
67.09	66.0	-7.267
65.49	64.5	-6.600
63.81	63.0	-5.400
62.24	61.5	-4.933
60.82	60.0	-5.467
59.36	58.5	-5.733
58.03	57.0	-6.867
\bar{x}		-4.403

Ket: tanda (-) pada kolom *Found Error* menandakan bahwa nilai yang terbaca pada termometer lebih kecil dibandingkan nilai yang terbaca pada MC5 dan pada deskripsi tabel ditulis tanpa menggunakan tanda (-).

Gambar di atas merupakan grafik kalibrasi termometer dengan kode BPPT.IB.002.11.2015 dimana *as found (up)* merupakan *found error (% of span)* nominal *input* dan *output* pada rentang 57 – 72 °F, sedangkan *as found (down)* merupakan *found error (% of span)* nominal *input* dan *output* pada rentang 70.5 – 57 °F.

Berdasarkan tabel 4.7. di atas, terlihat hasil pembacaan pengukuran pertama suhu 57°F pada *display* kontrol, dan nilai yang terbaca pada alat kalibrasi MC5 sebesar 57.61 °F. Sehingga di dapat nilai kesalahan yaitu *Found Error (% of span)* sebesar 4.067 %. Hasil perhitungan rata-rata nilai kesalahan (*% of span*) sebesar 4.403 %.



Gambar 4.6 Grafik Kalibrasi Termometer dengan Kode Instrumen BPPT.IB.002.11.2015

Pada grafik di atas, terlihat adanya nilai kesalahan yang melewati batas garis toleransi sebesar $\pm 7\%$. Nilai kesalahan tersebut terjadi pada pengukuran suhu 57°F yang memiliki nilai kesalahan terbesar yaitu 7.267 %. Kemudian, tingkat akurasi

pengukuran yang terjadi pada suhu 60.0 °F memiliki nilai kesalahan (*% of span*) terkecil sebesar 1.933%.

4.2.4. Hasil Kalibrasi Termometer BPPT.IIB.003.11.2015

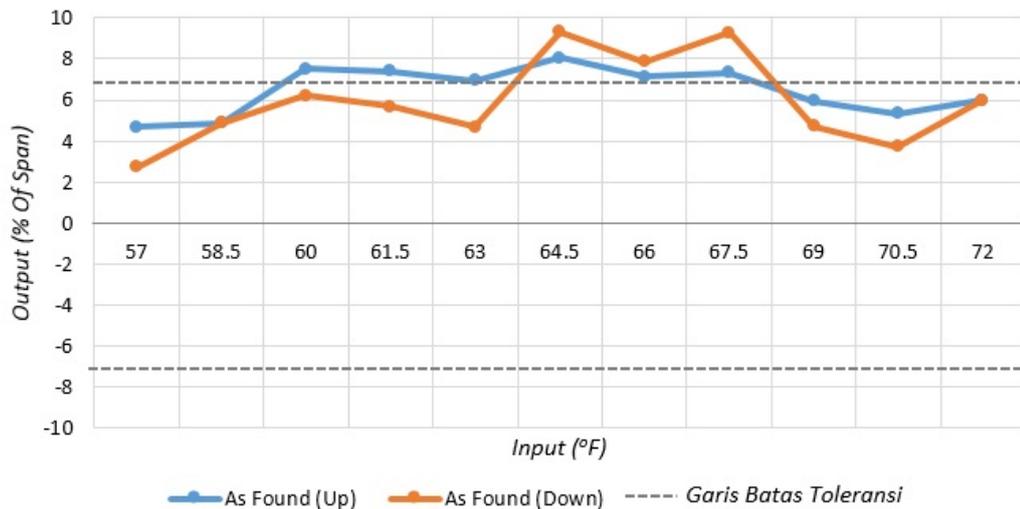
Berdasarkan hasil pengkalibrasian termometer pada mesin pendingin (*chiller*) dengan menggunakan MC5 (*Multifuction Calibration*) dan termometer sampel ketiga yang diberi kode instrumen (BPPT.IIB.003.11.2015). Sampel ketiga memiliki tingkat akurasi $\pm 7\%$ untuk pengukuran suhu pada skala Fahrenheit (°F) dengan rentang 57 – 72 °F. Hasil Kalibrasinya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.8. Hasil Kalibrasi Termometer Kode Instrumen BPPT.IIB.003.11.2015 dengan MC5 (*Multifuction Calibration*)

<i>Input</i> (°F)	<i>Output</i> (°F)	<i>Found Error</i> (% of span)
56.30	57.0	4.667
57.77	58.5	4.867
58.87	60.0	7.533
60.39	61.5	7.400
61.96	63.0	6.933
63.29	64.5	8.067
64.93	66.0	7.133
66.40	67.5	7.333
68.11	69.0	5.933
69.70	70.5	5.333
71.10	72.0	6.000
69.94	70.5	3.733
68.29	69.0	4.733
66.11	67.5	9.267
64.82	66.0	7.867
63.10	64.5	9.333
62.30	63.0	4.667
60.65	61.5	5.667
59.07	60.0	6.200

57.77	58.5	4.867
56.59	57.0	2.733
\bar{x}		6.203

Berdasarkan tabel 4.8. di atas, terlihat hasil pembacaan pengukuran pertama suhu 57°F pada *display* kontrol, dan nilai yang terbaca pada alat kalibrasi MC5 sebesar 56.30 °F. Sehingga di dapat nilai kesalahan yaitu *Found Error (% of span)* sebesar 4.667 %. Hasil perhitungan rata-rata nilai kesalahan (*% of span*) sebesar - 6.203 %.



Gambar 4.7. Grafik Kalibrasi Termometer dengan Kode Instrumen BPPT.IIB.003.11.2015

Pada grafik di atas, terdapat pengukuran yang memiliki nilai kesalahan melewati batas garis toleransi. Dari 21 kali pengukuran, terdapat 8 titik nilai kesalahan yang melewati batas toleransi. Nilai kesalahan terbesar terjadi pada pengukuran suhu 67.5°F yaitu 9.267 %. Kemudian, tingkat akurasi pengukuran terjadi pada suhu 57 °F memiliki nilai kesalahan (*% of span*) terkecil sebesar 2.733%.

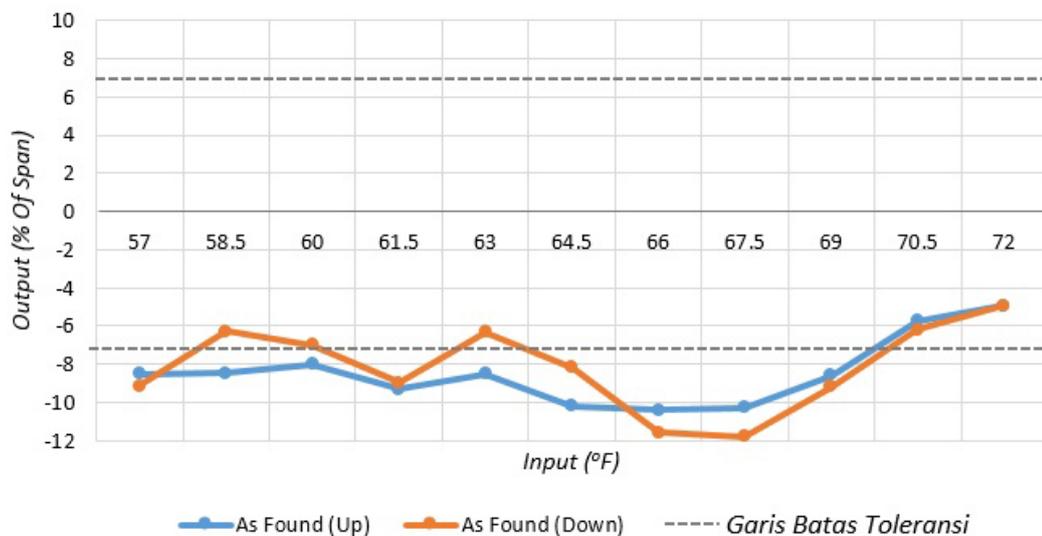
4.2.5. Hasil Kalibrasi Termometer BPPT.V.004.11.2015

Berdasarkan hasil pengkalibrasian termometer pada mesin pendingin (*chiller*) dengan menggunakan MC5 (*Multifuction Calibration*) dan termometer sampel keempat yang diberi kode instrumen (BPPT.V.004.11.2015). Sampel keempat memiliki tingkat akurasi $\pm 7\%$. Hasil Kalibrasinya dapat dilihat pada tabel 4.9. di bawah ini.

Tabel 4.9. Hasil Kalibrasi Termometer Kode Instrumen BPPT.V.004.11.2015 dengan MC5 (*Multifuction Calibration*)

<i>Input</i> (°F)	<i>Output</i> (°F)	<i>Found Error</i> (% of span)
58.28	57.0	-8.533
59.77	58.5	-8.467
61.20	60.0	-8.000
62.90	61.5	-9.333
64.28	63.0	-8.533
66.03	64.5	-10.200
67.56	66.0	-10.400
69.04	67.5	-10.267
70.29	69.0	-8.600
71.36	70.5	-5.733
72.74	72.0	-4.933
71.43	70.5	-6.200
70.38	69.0	-9.200
69.27	67.5	-11.800
67.74	66.0	-11.600
65.73	64.5	-8.200
63.95	63.0	-6.333
62.85	61.5	-9.000
61.05	60.0	-7.000
59.44	58.5	-6.267
58.37	57.0	-9.133
\bar{x}		-8.463

Berdasarkan tabel 4.9. di atas, terlihat hasil pembacaan pengukuran pertama suhu 57°F pada *display* kontrol, dan nilai yang terbaca pada alat kalibrasi MC5 sebesar 58.28 °F. Sehingga di dapat nilai kesalahan yaitu *Found Error (% of span)* sebesar 8.533 %. Hasil perhitungan rata-rata nilai kesalahan (*% of span*) sebesar 8.463 %.



Gambar 4.8. Grafik Kalibrasi Termometer dengan Kode Instrumen BPPT.V.004.11.2015

Pada grafik di atas, terlihat banyaknya pengukuran suhu yang melewati batas garis toleransi sebesar $\pm 7\%$. Dari 21 kali pengukuran yang dilakukan, 15 pengukuran di antaranya berada di bawah batas garis toleransi. Nilai kesalahan terbesar terjadi pada pengukuran suhu 67.5°F *as found (down)* yaitu 11.800 %. Kemudian, tingkat akurasi pengukuran yang terjadi pada suhu 72 °F memiliki nilai nilai kesalahan (*% of span*) terkecil sebesar 4.933 %.

4.2.6. Hasil Kalibrasi Termometer BPPT.IV.005.11.2015

Berdasarkan hasil pengkalibrasian termometer pada mesin pendingin (*chiller*) dengan menggunakan MC5 (*Multifuction Calibration*) dan termometer sampel kelima yang diberi kode instrumen (BPPT.IV.005.11.2015). Sampel kelima

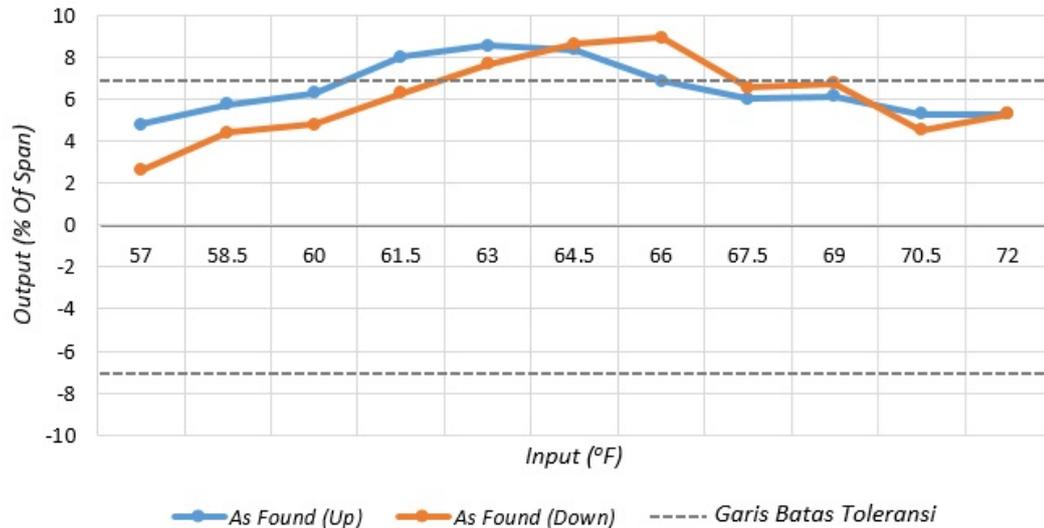
memiliki tingkat akurasi $\pm 7\%$ untuk pengukuran suhu pada skala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dengan rentang $57 - 72\text{ }^{\circ}\text{F}$. Hasil Kalibrasinya dapat dilihat pada tabel 4.10. di bawah ini.

Tabel 4.10. Hasil Kalibrasi Termometer Kode Instrumen BPPT.IV.005.11.2015 dengan MC5 (*Multifuction Calibration*)

<i>Input</i> ($^{\circ}\text{F}$)	<i>Output</i> ($^{\circ}\text{F}$)	<i>Found Error</i> (% of span)
56.28	57.0	4.800
57.64	58.5	5.733
59.06	60.0	6.267
60.30	61.5	8.000
61.72	63.0	8.533
63.25	64.5	8.333
64.97	66.0	6.867
66.60	67.5	6.000
68.08	69.0	6.133
69.71	70.5	5.267
71.21	72.0	5.267
69.82	70.5	4.533
67.99	69.0	6.733
66.52	67.5	6.533
64.66	66.0	8.933
63.21	64.5	8.600
61.85	63.0	7.667
60.56	61.5	6.267
59.28	60.0	4.800
57.84	58.5	4.400
56.61	57.0	2.600
\bar{x}		6.298

Berdasarkan tabel 4.10. di atas, terlihat hasil pembacaan pengukuran pertama suhu 57°F pada *display* kontrol, dan nilai yang terbaca pada alat kalibrasi MC5

sebesar 56.28 °F. Sehingga di dapat nilai kesalahan yaitu *Found Error (% of span)* sebesar 4.800 %. Hasil perhitungan rata-rata nilai kesalahan (*% of span*) sebesar 6.298 %.



Gambar 4.9. Grafik Kalibrasi Termometer dengan Kode Instrumen BPPT.IV.005.11.2015

Pada grafik di atas, terlihat adanya nilai kesalahan yang melewati batas garis toleransi sebesar $\pm 7\%$. Kesalahan terbesar terjadi pada pengukuran suhu 66°F dengan nilai kesalahan mencapai 8.933 %. Kemudian, tingkat akurasi pengukuran yang terjadi pada suhu 57 °F memiliki nilai kesalahan (*% of span*) terkecil sebesar 2.600 %.

4.2.7. Hasil Kalibrasi Termometer BPPT.IIA.006.11.2015

Berdasarkan hasil pengkalibrasian termometer pada mesin pendingin (*chiller*) dengan menggunakan MC5 (*Multifuction Calibration*) dan termometer sampel keenam yang diberi kode instrumen (BPPT.IIA.006.11.2015). Sampel ke enam memiliki tingkat akurasi $\pm 7\%$ untuk pengukuran suhu pada skala Fahrenheit (°F)

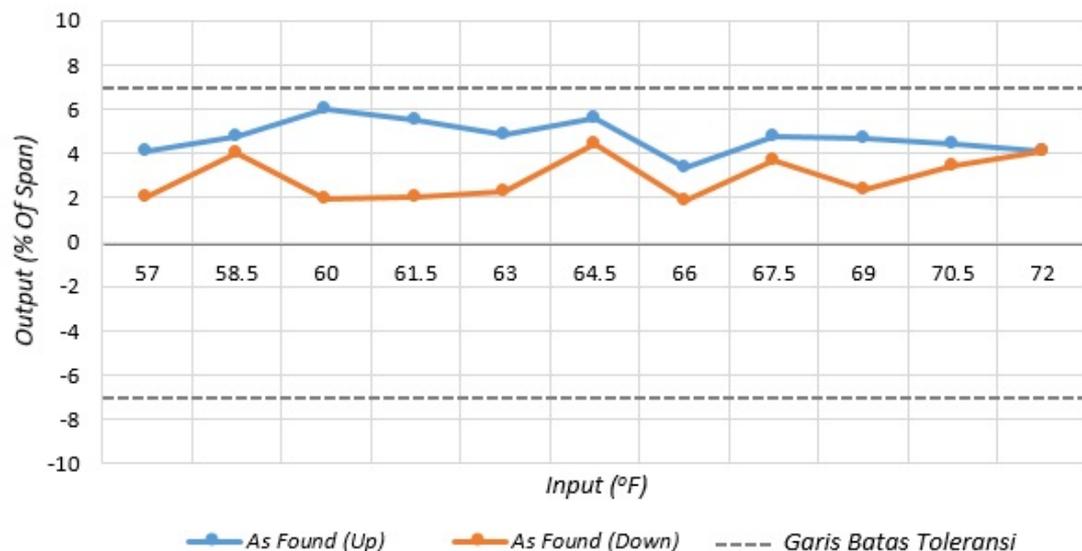
dengan rentang 57 – 72 °F. Hasil Kalibrasinya dapat dilihat pada tabel 4.11. di bawah ini.

Tabel 4.11. Hasil Kalibrasi Termometer Kode Instrumen BPPT.IIA.006.11.2015 dengan MC5 (*Multifuction Calibration*)

<i>Input (°F)</i>	<i>Output (°F)</i>	<i>Found Error (% of span)</i>
56.39	57.0	4.067
57.58	58.5	4.800
59.10	60.0	6.000
60.68	61.5	5.467
62.27	63.0	4.867
63.66	64.5	5.600
65.50	66.0	3.333
66.78	67.5	4.800
68.30	69.0	4.667
69.84	70.5	4.400
71.38	72.0	4.133
69.98	70.5	3.467
68.64	69.0	2.400
66.95	67.5	3.667
65.72	66.0	1.867
63.84	64.5	4.400
62.66	63.0	2.267
61.20	61.5	2.000
59.71	60.0	1.933
57.90	58.5	4.000
56.69	57.0	2.067
<i>x</i>		3.843

Berdasarkan tabel 4.11. di atas, terlihat hasil pembacaan pengukuran pertama suhu 57°F pada *display* kontrol, dan nilai yang terbaca pada alat kalibrasi MC5 sebesar 56.39 °F. Sehingga di dapat nilai kesalahan yaitu *Found Error (% of span)*

sebesar 4.067 %. Hasil perhitungan rata-rata nilai kesalahan (*% of span*) sebesar 3.843 %.



Gambar 4.10. Grafik Kalibrasi Termometer dengan Kode Instrumen BPPT.IIA.006.11.2015

Pada grafik di atas, terlihat semua pengukuran berada di dalam batas garis toleransi sebesar $\pm 7\%$. Hal ini menunjukkan tingkat akurasi dari termometer baik. Nilai kesalahan terbesar terjadi pada pengukuran suhu 60°F yaitu sebesar 6.000 %. Kemudian, tingkat akurasi pengukuran yang terjadi pada suhu 66°F memiliki nilai kesalahan (*% of span*) terkecil sebesar 1.867%.

4.2.8. Hasil Kalibrasi Termometer BPPT.ADT1.007.11.2015

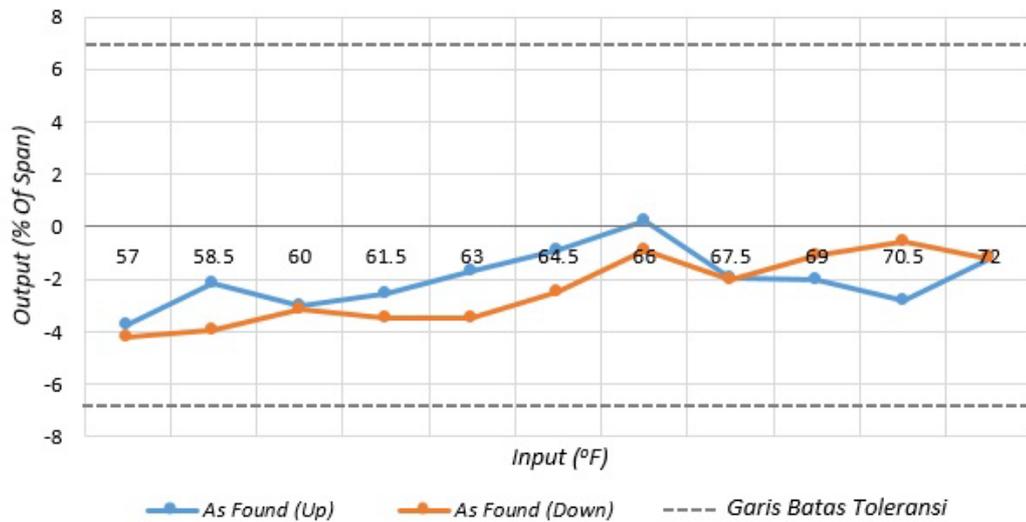
Berdasarkan hasil pengkalibrasian termometer pada mesin pendingin (*chiller*) dengan menggunakan MC5 (*Multifuction Calibration*) dan termometer sampel ketujuh yang diberi kode instrumen (BPPT.ADT1.007.11.2015). Sampel ke tujuh memiliki tingkat akurasi $\pm 7\%$ untuk pengukuran suhu pada skala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dengan rentang $57 - 72^{\circ}\text{F}$. Hasil Kalibrasinya dapat dilihat pada tabel 4.12. di bawah ini.

Tabel 4.12. Hasil Kalibrasi Termometer Kode Instrumen BPPT.ADT1.007.11.2015 dengan MC5 (*Multifuction Calibration*)

<i>Input</i> (°F)	<i>Output</i> (°F)	<i>Found Error</i> (% of span)
57.56	57	-3.733
58.82	58.5	-2.133
60.45	60	-3.000
61.88	61.5	-2.533
63.25	63	-1.667
64.64	64.5	-0.933
65.97	66	0.200
67.79	67.5	-1.933
69.3	69	-2.000
70.92	70.5	-2.800
72.18	72	-1.200
70.59	70.5	-0.600
69.17	69	-1.133
67.8	67.5	-2.00
66.14	66	-0.933
64.87	64.5	-2.467
63.52	63	-3.467
62.02	61.5	-3.467
60.47	60	-3.133
59.09	58.5	-3.933
57.63	57	-4.200
\bar{x}		-2.241

Ket: tanda (-) pada kolom *Found Error* menandakan bahwa nilai yang terbaca pada termometer lebih kecil dibandingkan nilai yang terbaca pada MC5 dan pada deskripsi tabel ditulis tanpa menggunakan tanda (-).

Berdasarkan tabel 4.12. di atas, terlihat hasil pembacaan pengukuran pertama suhu 57°F pada *display* kontrol, dan nilai yang terbaca pada alat kalibrasi MC5 sebesar 57.56 °F. Sehingga di dapat nilai kesalahan yaitu *Found Error (% of span)* sebesar 3.733 %. Hasil perhitungan rata-rata nilai kesalahan (*% of span*) sebesar 2.241 %.



Gambar 4.9. Grafik Kalibrasi Termometer dengan Kode Instrumen BPPT.ADT1.007.11.2015

Pada grafik di atas, terlihat semua pengukuran berada di dalam batas garis toleransi sebesar $\pm 7\%$. Hal ini menunjukkan tingkat akurasi dari termometer baik. Nilai kesalahan terbesar terjadi pada pengukuran suhu 57°F yaitu sebesar 4.200% . Kemudian, tingkat akurasi pengukuran yang terjadi pada suhu 66°F memiliki nilai kesalahan (*% of span*) terkecil sebesar 0.200% .

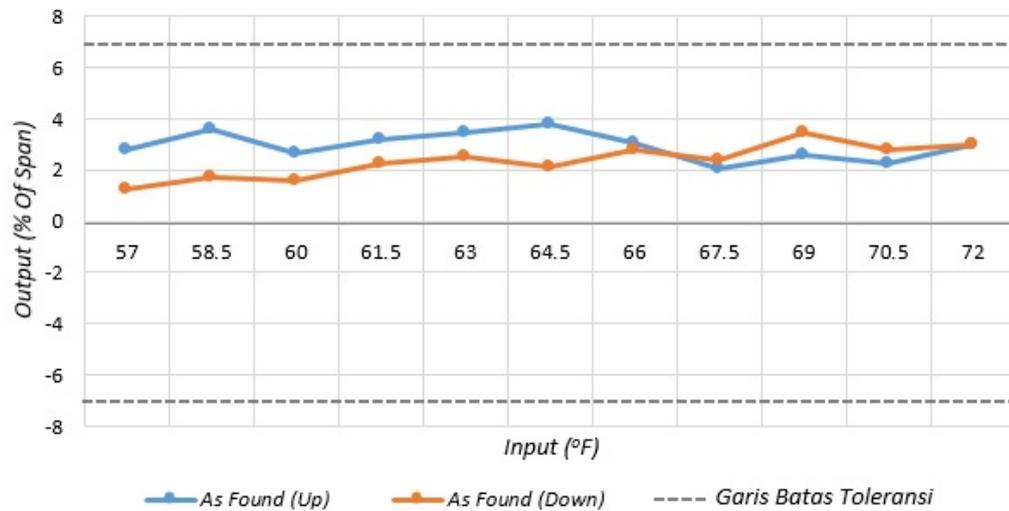
4.2.9. Hasil Kalibrasi Termometer BPPT.ADT2.008.11.2015

Berdasarkan hasil pengkalibrasian termometer pada mesin pendingin (*chiller*) dengan menggunakan MC5 (*Multifuction Calibration*) dan termometer sampel ketujuh yang diberi kode instrumen (BPPT.ADT2.008.11.2015). Sampel ke tujuh memiliki tingkat akurasi $\pm 7\%$ untuk pengukuran suhu pada skala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dengan rentang $57 - 72^{\circ}\text{F}$. Hasil Kalibrasinya dapat dilihat pada tabel 4.13. di bawah ini.

Tabel 4.13. Hasil Kalibrasi Termometer Kode Instrumen BPPT.ADT2.008.11.2015 dengan MC5 (*Multifunction Calibration*)

<i>Input</i> (°F)	<i>Output</i> (°F)	<i>Found Error</i> (% of span)
56.58	57	2.800
57.96	58.5	3.600
59.6	60	2.667
61.02	61.5	3.200
62.48	63	3.467
63.93	64.5	3.800
65.54	66	3.067
67.19	67.5	2.067
68.61	69	2.600
70.16	70.5	2.267
71.55	72	3.000
70.08	70.5	2.800
68.48	69	3.467
67.14	67.5	2.400
65.58	66	2.800
64.18	64.5	2.133
62.62	63	2.533
61.16	61.5	2.267
59.76	60	1.600
58.24	58.5	1.733
56.81	57	1.267
<i>x</i>		2.644

Berdasarkan tabel 4.13. di atas, terlihat hasil pembacaan pengukuran pertama suhu 57°F pada *display* kontrol, dan nilai yang terbaca pada alat kalibrasi MC5 sebesar 56.58 °F. Sehingga di dapat nilai kesalahan yaitu *Found Error (% of span)* sebesar 2.800 %. Hasil perhitungan rata-rata nilai kesalahan (*% of span*) sebesar 2.644 %.



Gambar 4.12. Grafik Kalibrasi Termometer dengan Kode Instrumen BPPT.ADT2.008.11.2015

Pada grafik di atas, terlihat semua pengukuran berada di dalam batas garis toleransi sebesar $\pm 7\%$. Hal ini menunjukkan tingkat akurasi dari termometer baik. Nilai kesalahan terbesar terjadi pada pengukuran suhu 64.5 °F yaitu sebesar 3.800%. Kemudian, tingkat akurasi pengukuran yang terjadi pada suhu 57 °F memiliki nilai kesalahan (*% of span*) terkecil sebesar 1.267%.

4.3. Pembahasan

4.3.1. Perbandingan Hasil Kalibrasi Termometer

Setelah dilakukan penelitian mengenai hasil kalibrasi dari ke delapan instrumen alat ukur termometer, selanjutnya melakukan perbandingan terhadap hasil kalibrasi setiap termometer. Tujuannya adalah mengetahui secara keseluruhan hasil kalibrasi yang telah dilakukan. Dari perbandingan hasil kalibrasi termometer ini akan di dapat kesimpulan termometer mana saja yang memiliki tingkat akurasi

tertinggi. Berikut ini adalah tabel perbandingan *Found Error (% of span)* kalibrasi termometer dari ke delapan instrumen:

Tabel 4.14. Perbandingan Kalibrasi Termometer

<i>Output</i> (°F)	<i>Found Error (% of span)</i> (°F)							
	BPPT...11.2015							
	IA.001	IB.002	IIB.003	V.004	IV.005	IIA.006	ADT1.007	ADT2.008
57.0	-6.800	-4.067	4.667	-8.533	4.800	4.067	-3.733	2.800
58.5	-4.533	-3.333	4.867	-8.467	5.733	4.800	-2.133	3.600
60.0	-4.067	-1.933	7.533	-8.000	6.267	6.000	-3.000	2.667
61.5	-4.533	-2.067	7.400	-9.333	8.000	5.467	-2.533	3.200
63.0	-3.933	-2.133	6.933	-8.533	8.533	4.867	-1.667	3.467
64.5	-5.333	-3.600	8.067	-10.200	8.333	5.600	-0.933	3.800
66.0	-5.133	-3.933	7.133	-10.400	6.867	3.333	0.200	3.067
67.5	-5.467	-4.467	7.333	-10.267	6.000	4.800	-1.933	2.067
69.0	-5.333	-4.000	5.933	-8.600	6.133	4.667	-2.000	2.600
70.5	-6.467	-4.933	5.333	-5.733	5.267	4.400	-2.800	2.267
72.0	-6.067	-2.800	6.000	-4.933	5.267	4.133	-1.200	3.000
70.5	-5.933	-4.133	3.733	-6.200	4.533	3.467	-0.600	2.800
69.0	-4.400	-3.133	4.733	-9.200	6.733	2.400	-1.133	3.467
67.5	-6.400	-5.667	9.267	-11.800	6.533	3.667	-2.00	2.400
66.0	-6.800	-7.267	7.867	-11.600	8.933	1.867	-0.933	2.800
64.5	-6.267	-6.600	9.333	-8.200	8.600	4.400	-2.467	2.133
63.0	-6.533	-5.400	4.667	-6.333	7.667	2.267	-3.467	2.533
61.5	-4.933	-4.933	5.667	-9.000	6.267	2.000	-3.467	2.267
60.0	-5.400	-5.467	6.200	-7.000	4.800	1.933	-3.133	1.600
58.5	-4.800	-5.733	4.867	-6.267	4.400	4.000	-3.933	1.733
57.0	-7.933	-6.867	2.733	-9.133	2.600	2.067	-4.200	1.267
\bar{x}	5.574	4.403	6.203	8.463	6.298	3.843	-2.241	2.644

Tabel di atas merupakan tabel nilai kesalahan atau *found error (% of span)* dari masing-masing sampel termometer yang ada pada mesin pendingin (*chiller*) di

gedung BPPT – Jakarta. Tanda yang dicetak tebal merupakan hasil kalibrasi yang melewati batas toleransi dari nilai yang ditetapkan yaitu sebesar $\pm 7\%$.

Pada sampel BPPT.IA.001.11.2015 terdapat satu pengukuran yang melewati batas toleransi sebesar -7.933% pada suhu $57\text{ }^{\circ}\text{F}$. Pada sampel BPPT.IB.002.11.2015 terdapat satu pengukuran yang melewati batas toleransi sebesar 7.267% pada suhu $66\text{ }^{\circ}\text{F}$.

Sampel BPPT.IIB.003.11.2015 terdapat 8 pengukuran yang melewati batas toleransi yaitu pada pengukuran sebesar 7.533% pada suhu $60\text{ }^{\circ}\text{F}$, 7.400% pada suhu $61.5\text{ }^{\circ}\text{F}$, 8.067% pada suhu $64.5\text{ }^{\circ}\text{F}$, 7.133% pada suhu $66\text{ }^{\circ}\text{F}$, -7.333% pada suhu $67.5\text{ }^{\circ}\text{F}$, 9.267% pada suhu $67.5\text{ }^{\circ}\text{F}$, -7.867% pada suhu $66\text{ }^{\circ}\text{F}$, dan 9.333% pada suhu $64.5\text{ }^{\circ}\text{F}$.

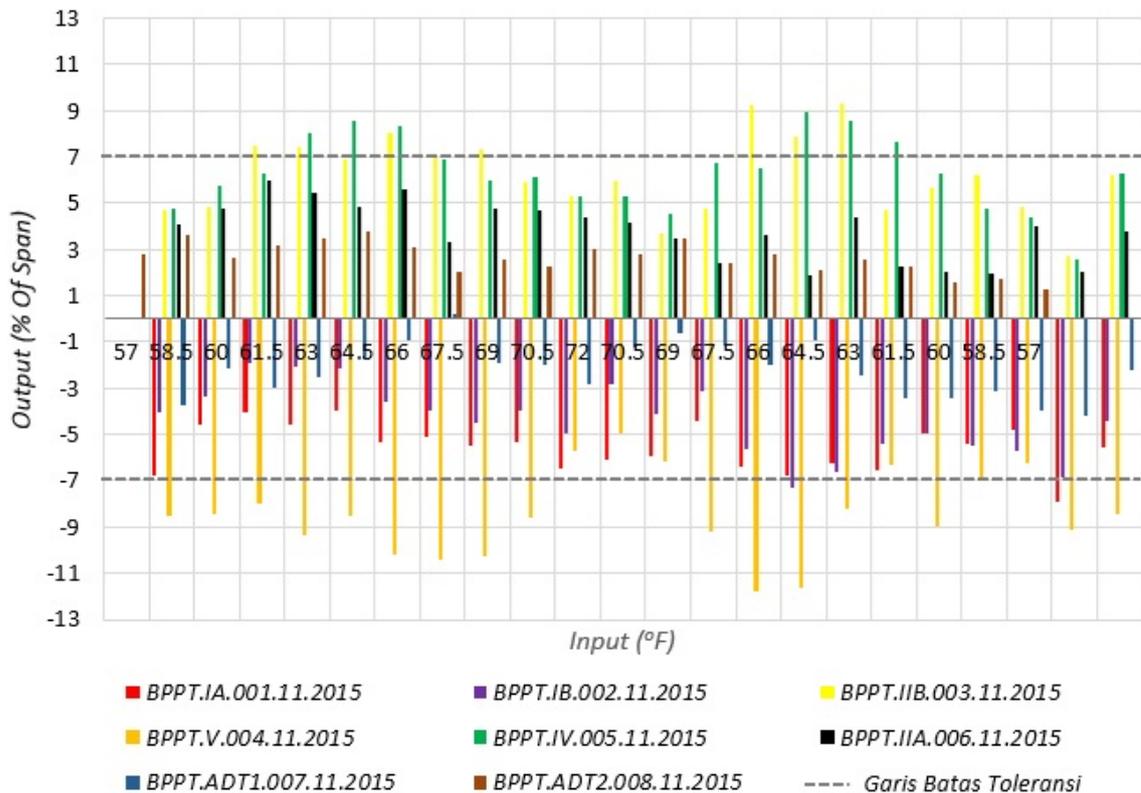
Sampel BPPT.V.004.11.2015 terdapat 15 pengukuran yang melewati batas toleransi kesalahan sebesar $\pm 7\%$. Bila dihitung rata-rata *Found Error (% of span)* sebesar 8.463% . Hal ini mengakibatkan termometer digital pada sampel ini dinyatakan sudah tidak memenuhi standar. Sehingga tidak bisa menjadi pedoman dalam mengamati perubahan suhu pada mesin pendingin (*chiller*).

Kemudian, Sampel BPPT.IV.005.11.2015 terdapat 6 pengukuran yang melewati batas toleransi kesalahan yaitu terjadi pada pengukuran suhu $61.5\text{ }^{\circ}\text{F}$ sebesar 8.000% , pada suhu $63\text{ }^{\circ}\text{F}$ sebesar 8.533% , pada suhu $64.5\text{ }^{\circ}\text{F}$ sebesar 8.333% , pada suhu $66\text{ }^{\circ}\text{F}$ sebesar 8.933% , pada suhu $64.5\text{ }^{\circ}\text{F}$ sebesar 8.600% , dan terakhir pada suhu $63\text{ }^{\circ}\text{F}$ sebesar 7.667% .

Sampel ke enam dengan kode instrumen BPPT.IIA.006.11.2015. Dari pengukuran suhu yang dilakukan pada sampel nomor 6, tidak ditemukan satu pun

pengukuran yang melewati batas toleransi. Hal ini menempatkan sampel ini memiliki tingkat akurasi pengukuran yang baik dan memenuhi standar.

Begitu juga dengan sampel ketujuh dengan kode instrumen BPPT.ADT1.007.11.2015 dan sampel kedelapan dengan kode instrumen



Gambar 4.13. Grafik Perbandingan *Found Error (% of span)* Kalibrasi Termometer

Pada grafik di atas terlihat secara keseluruhan sampel mana saja yang masih memenuhi batas toleransi kesalahan yaitu sebesar $\pm 1.2\%$. Ini berarti alat termometer pada *chiller* dapat berfungsi dengan baik untuk menunjukkan skala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Terlihat grafik warna oranye menunjukkan tingkat toleransi kesalahan terbesar, karena grafiknya yang paling banyak melewati batas putus-putus.

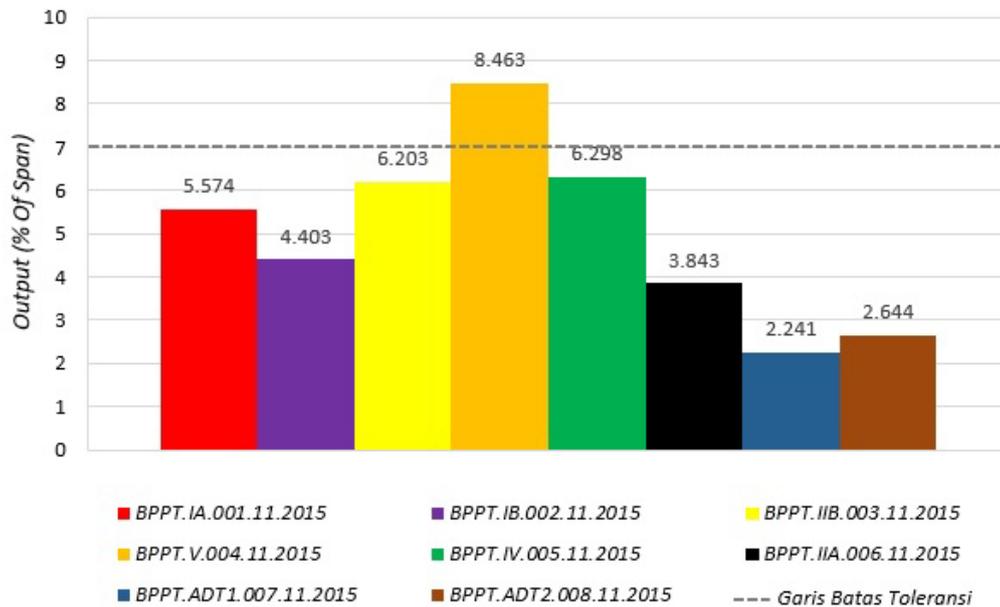
4.3.2. Rata-Rata Hasil Kesalahan Termometer

Rata-rata hasil kesalahan merupakan hasil rata-rata dari nilai kesalahan atau *found error* (% of span) yang terukur pada alat ukur kalibrasi MC5 (*Multifunction Calibration*) dari setiap sampel. Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat kesalahan dari masing-masing termometer pada *chiller*. Hasil ini dapat dijadikan sebagai acuan tingkat akurasi dari sampel termometer yang telah diteliti dengan batas toleransi kesalahan sebesar $\pm 7\%$ pada rentang suhu $57 - 72^{\circ}\text{F}$. Berikut adalah tabel yang menunjukkan perbandingan nilai kesalahan termometer.

Tabel 4.15. Rata-Rata Nilai Kesalahan Termometer

Kode Instrumen	Rata – Rata (%)
BPPT.IA.001.11.2015	5.574
BPPT.IB.002.11.2015	4.403
BPPT.IIB.003.11.2015	6.203
BPPT.V.004.11.2015	8.463
BPPT.IV.005.11.2015	6.298
BPPT.IIA.006.11.2015	3.843
BPPT.ADT1.007.11.2015	2.241
BPPT.ADT2.008.11.2015	2.644

Pada tabel di atas hasil kalibrasi yang memiliki hasil kalibrasi dengan nilai kesalahan terbesar yaitu terdapat pada sampel BPPT.IV.004.11.2015 dengan tingkat kesalahan sebesar 8.463 %. Sedangkan hasil kalibrasi yang memiliki nilai kesalahan terendah dari rata-rata pengukuran terdapat pada sampel BPPT.ADT1.007.11.2015 sebesar 2.241 %. Dari hasil yang telah di dapatkan data ini akan menjadi acuan untuk memberi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 4.14. Perbandingan Nilai Kesalahan Termometer

Pada tabel di atas merupakan grafik hasil kalibrasi dari masing-masing rata-rata setiap hasil pengukuran dengan berbagai tingkat nilai kesalahannya. Dari ke-8 sampel yang diteliti, 7 diantaranya berada di atas batas toleransi kesalahan. Sementara satu sampel diantaranya berada di bawah batas toleransi kesalahan yang ditetapkan.

4.3.3. Kesesuaian Termometer dengan Spesifikasi

Setelah dilakukan penelitian untuk mengetahui akurasi alat ukur termometer dengan MC5 (*Multifunction Calibration*), diperoleh hasil kalibrasi dan rata-rata nilai kesalahan pada termometer. Selanjutnya adalah melakukan daftar sampel yang telah memenuhi standar ataupun yang belum memenuhi standar. Tujuannya adalah untuk memberikan informasi sampel mana saja yang masih memenuhi standar maupun yang sudah tidak standar.

Pada kolom batas toleransi kesalahan adalah batas maksimal kesalahan dari alat ukur yang diuji pada rentang suhu 57 – 72 °F sebesar $\pm 7\%$. Kemudian, kolom

Found Error (% of span) adalah persentase kesalahan dari alat ukur termometer yang terdapat pada mesin pendingin (*chiller*). Persentase ini diperoleh dari hasil rata-rata pengukuran suhu sebanyak 21 kali. Pada kolom S/TS merupakan status sampel yang telah diteliti. S artinya memenuhi standar, sedangkan TS adalah tidak memenuhi standar. Kemudian pada kolom kode instrumen merupakan list instrumen yang telah dilakukan pengkodean sebelumnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada subbab pengkodean instrumen. Berikut ini adalah tabel dari daftar alat ukur termometer.

Tabel 4.16. Daftar Termometer yang Memenuhi Standar

Kode Instrumen	Batas Toleransi Kesalahan	<i>Found Error (% of span)</i>	S TS
BPPT.IA.001.11.2015	$\pm 7.000 \%$	5.574 %	S
BPPT.IB.002.11.2015	$\pm 7.000 \%$	4.403 %	S
BPPT.IIB.003.11.2015	$\pm 7.000 \%$	6.203 %	S
BPPT. V.004.11.2015	$\pm 7.000 \%$	8.463 %	TS
BPPT.IV.005.11.2015	$\pm 7.000 \%$	6.298 %	S
BPPT.IIA.006.11.2015	$\pm 7.000 \%$	3.843 %	S
BPPT.ADT1.007.11.2015	$\pm 7.000 \%$	2.241 %	S
BPPT.ADT2.008.11.2015	$\pm 7.000 \%$	2.644 %	S

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa terdapat 8 sampel termometer pada mesin pendingin (*chiller*) di gedung dan ruang auditorium BPPT - Jakarta yang memenuhi standar maupun yang tidak memenuhi standar. Acuan yang berlaku adalah batas toleransi yang telah ditetapkan menurut *manual book chiller* dengan batas rentang suhu $57 - 72 \text{ }^{\circ}\text{F}$ sebesar $\pm 7 \%$.

Pada tabel di atas terdapat satu sampel dengan kode instrumen BPPT.V.004.11.2015 yang tidak memenuhi standar. Sementara ketujuh sampel

lainnya memenuhi standar yang telah ditetapkan. Secara keseluruhan, *chiller* yang digunakan oleh gedung dan ruang auditorium BPPT - Jakarta sejak beroperasinya di tahun 1994 telah memenuhi standar pengukuran temperatur untuk skala Fahrenheit (°F) .