

**ISSN 0852 – 002 X**

# **PUBLIKASI ILMIAH**

**PERTEMUAN DAN PRESENTASI ILMIAH  
KALIBRASI, INSTRUMENTASI DAN METROLOGI  
PPI KIM KE-44**

**2018**



**PUSAT PENELITIAN METROLOGI  
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA**

ISSN 0852 – 002 X

# **PUBLIKASI ILMIAH**

**PERTEMUAN DAN PRESENTASI ILMIAH  
KALIBRASI, INSTRUMENTASI DAN METROLOGI  
PPI KIM KE-44**

**2018**



**PUSAT PENELITIAN METROLOGI  
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA**

# **PUBLIKASI ILMIAH**

## **PERTEMUAN DAN PRESENTASI ILMIAH KALIBRASI, INSTRUMENTASI DAN METROLOGI PPI KIM KE-44**

### **DEWAN EDITOR**

Prof. Dr. Ir. Husein Avicenna Akil, M.Sc.	(Puslit Metrologi LIPI)
Prof. Ir. Jimmy Pusaka, M.Sc.	(Puslit Metrologi LIPI)
Prof. Dr. Eng. Wisnu Jatmiko, S.T., M.Kom.	(Fasilkom UI)
Dr. Susilo Widodo, M.Eng.	(PSTA BATAN)
Dr. Ir. Sensus Wijonarko, M.Sc.	(Puslit Metrologi LIPI)
Dr. Ir. Dini Andiani, M.App.Sc.	(Puslit SMTP LIPI)
Dr. Ghuftron Zaid, M.Sc.	(Puslit Metrologi LIPI)
Dr. Eng. Darmawan Hidayat, M.T.	(FMIPA UNPAD)
Dr. Fransiska Sri Herwahyu Krismastuti, M.Nano	(Puslit Metrologi LIPI)

**PUSAT PENELITIAN METROLOGI  
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA  
TAHUN 2018**

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, sang Pengatur Alam Semesta, yang telah melimpahkan kasih sayang, rahmat dan karuniaNya sehingga acara Pertemuan dan Presentasi Ilmiah KIM (PPI KIM) ke-44 dan peringatan Hari Metrologi Dunia (*World Metrology Day*) dapat terlaksana. Acara ini merupakan agenda tahunan Pusat Penelitian Metrologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Puslit Metrologi-LIPI) dalam usaha untuk meningkatkan infrastruktur metrologi nasional yang erat kaitannya dengan peningkatan kualitas dan inovasi.

Tema yang diusung dalam agenda ilmiah tahunan ini adalah **Penguatan Infrastruktur Metrologi untuk Menjamin Kualitas Layanan Kesehatan** yang kemudian dikaitkan juga dengan tema Hari Metrologi Dunia *Constant evolution of the International System of Units*. Kegiatan yang dikemas dalam acara ini adalah Seminar Ilmiah, *General Lecture*, *Talk Show*, Lomba Essai Metrologi, Pojok Metrologi, serta Workshop Metrologi ke-9 terkait dengan pengelolaan Laboratorium Kalibrasi/Pengujian Berdasarkan IS/IEC 17025:2017.

Panitia PPI KIM ke-44 mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyukseskan penyelenggaraan agenda ilmiah ini dan juga memohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan yang terjadi selama pelaksanaan kegiatan ini. Semoga pelaksanaan Konferensi Nasional PPI KIM ke-44 memberikan manfaat sebagai sumber informasi baru serta menjadi wadah komunikasi berbagai pihak secara luas sehingga berdampak pada kemajuan bangsa dan Negara.

Jakarta, 7 Mei 2018

PANITIA PENYELENGGARA PPI KIM ke-44

Ketua,



Arfan Sindhu Tistomo, M.Sc.

## SUSUNAN PANITIA

<b>Pengarah</b>	: Kepala Puslit Metrologi LIPI
<b>Ketua</b>	: Arfan Sindhu Tistomo, M.Sc.
<b>Bendahara</b>	: Lina Marlinah, S.E.
<b>Koordinator Sekretariat</b>	: Melati Azizka Fajria, S.Si.
<b>Anggota</b>	: Hayati Amalia, S.T.
<b>Koordinator Acara</b>	: Heri Sutanto, S.T.
<b>Anggota</b>	: Eka Pratiwi, S.T. Adindra Vickar Ega, S.T.
<b>Koordinator Workshop</b>	: Dini Suryani, S.T.
<b>Anggota</b>	: Isna Komalasari, S.Si.
<b>Koordinator Materi</b>	: Windi Kurnia Perangin-Angin, M.Sc.
<b>Anggota</b>	: Helmi Zaini, M.Sc. Nadya Larasati Kartika, S.Si. M. Rizky Mulyana, S.T. Suningsih, S.E.
<b>Koordinator Akomodasi</b>	: Bondan Dwisetoyo, S.Si.
<b>Koordinator Publikasi</b>	: Zuhdi Ismail, S.Si.
<b>Anggota</b>	: Andi Harmawan, A.Md.
<b>Koordinator Konsumsi</b>	: Lina Marlina, S.E.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul .....	ii
Dewan Editor .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Susunan Panitia .....	v
Daftar Isi .....	vi
1. Metode Pengukuran Tidak Langsung Untuk Kalibrasi Standar Kerja Daya AC Oleh : Agah Faisal, Miftahul Munir, Muhammad Azzumar .....	1
2. Analisa Pembersihan Anak Timbangan dengan Ultrasonik pada Frekuensi 42 kHz Oleh : Irawati Dewi Syahwir, Vera Firmansyah .....	14
3. Prototipe Mesin Penuang Bejana Ukur Standar yang Dikontrol Menggunakan <i>Smartphone</i> Android Oleh : Nadhira Nurfathiya, Rofikul Umam .....	26
4. Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kondisi Ruangan dan Sensor Suhu Piston DWT ( <i>Egs Piston Wheater Station</i> ) Oleh : Adindra Vickar Ega, Gigin Ginanjar, Sugeng Hariyadi .....	41
5. Pengembangan Sistem Pemantau Suhu dan Kelembaban Untuk Laboratorium Kalibrasi Tekanan dan Volume Berbasis Web Oleh : Sarah Maulida, Syafrina Idha Jumaila .....	54
6. Evaluasi Kinerja Laboratorium Analisis Radioaktivitas Lingkungan Berbasis Hasil Uji Profisiensi Pengukuran <sup>131</sup> I Oleh : Dikdik Sidik Purnama .....	70
7. Pemanfaatan <i>Internet of Things</i> (IOT) Pada Sistem Pengukuran Suhu dan Kelembaban Untuk Membantu Analisis Pengaruh UHI ( <i>Urban Heat Island</i> ) di Jakarta Pusat Oleh : Achmad Maulana R, Dinda Jaelani H, Aprilia Erlita L, Agus Tri S .....	86
8. Perbandingan <i>Kalman Filter</i> dan <i>Moving Average</i> Pada Sistem Data Akuisi Pengukuran Suhu Oleh : Dwi Larasati, Bernadus Herdi Sirenden, Diina Qiyaman .....	107
9. Pembuatan Kandidat Bahan Acuan Besi dan Timbal Untuk Penentuan Logam Dalam Air Minum Kemasan Oleh : Isna Komalasari, Eka Mardika Handayani, Christine Elishian, Rosi Ketrin .....	118

10. Pengukuran Gayaberat Lokal Untuk Metrologi Oleh : Mahmud Yusuf, Titik Lestasi, Dian Distriati B, Muhammad Ridwan, Dian Premana .....	131
11. Sistem Pengukuran Daya Absolut Frekuensi Radio Pada Rentang 150 KHz – 1,3 GHz Oleh : Windi Kurnia Perangin-Angin .....	143
12. Pengaruh Sudut Serang Beta Pada <i>Pressure Recovery Inlet Engine</i> Pesawat Tempur Oleh : Subagyo .....	154
13. Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatis <i>Water Bath</i> Untuk Kalibrasi Suhu Oleh : Agus Prihartono, Dwi Larasati, Bambang Herlambang, Asep Insani .....	166
14. Pengujian Stabilitas Kalibrator Penakar Curah Hujan Menggunakan Sensor Cawan Berjungkit Oleh : Diina Qiyaman M, Dadang Rustandi, Bernadus Herdi Sirenden, Tatik Maftukhah, Sensus Wijonarko .....	176
15. Pengembangan Desain <i>Printed Circuit Board</i> Rendah Emisi Elektromagnetik Pada Elektroensefalograf Berbasis Arduino Uno Oleh : Muhammad Imam Sudrajat, Sastra Kusuma Wijaya , Harry Arjadi, Abdan Syakura .....	188
16. Rancang Bangun Sistem Pembangkit Tekanan Hidraulik Secara Otomatis Sampai Dengan 100 Mpa Oleh : Gigin Ginanjar, Adindra V Ega, Sugeng Hariyadi .....	199
17. Standar dan Pengujian Kompatibilitas Elektromagnetik (EMC) Mobil Listrik dan Komponennya Oleh : Hutomo Wahyu Nugroho .....	210
18. Otomasi Perekaman Data Pada Kalibrasi Panjang Gelombang Optik Metode <i>Direct Measurement</i> Oleh : Yulita Ika Pawestri, Asep Hapiddin .....	224
19. Evaluasi Ketidakseimbangan Respon Servo Mesin Perkakas CNC Dengan Metoda Ballbar Oleh : Nasril, Albertus Rianto Suryaningrat, Teddy Alhady Lubis .....	235
20. Analisa Sinyal 1 PPS NTP Server S650 Terhadap Sinyal Referensi 1 PPS UTC(KIM) Oleh : A. M. Boynawan, Ratnaningsih .....	245
21. Teknik Pemrosesan Citra Untuk Deteksi Pemutusan Beban Otomatis Pada <i>Solar Controller</i> di Stasiun Seismik Oleh : M. Luqman Hakim, Handi Sulistyo Widodo .....	255
22. Karakterisasi Kestabilan <i>Optical Wavelength Meter</i> Q8326 pada Pengukuran Panjang Gelombang Laser 633 nm Oleh : Asep Hapiddin, Yulita Ika Pawestri .....	267

23. Uji Fungsi Pencacah Gamma Buatan Batan Untuk Pengukuran Konsentrasi Hormon Progesteron Sapi Dengan Teknik Ria Oleh : Wiranto Budi Santoso, Leli Yuniarsari, Sukandar, Budi Santoso .....	278
24. Karakterisasi Efek Histeresis Pada Kalibrasi Dial Gauge Tester Dalam Posisi Vertikal dan Horizontal Oleh : Asep Ridwan Nugraha, Nadya Larasati Kartika dan Rima Zuriah Amdani .....	291
25. Perancangan Sistem Pemantau Kapasitas Tempat Sampah Pada Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Ultrasonik Oleh : Ayu Fuzi Safitri, Indra Sukmawan .....	302
26. Pengukuran <i>Proper Readable Time Interval</i> Pada Sistem Otomasi Kalibrasi Stopwatch Oleh : Swivano Agmal, Windi Kurnia Perangin-Angin .....	314
27. Media Kalibrasi Cairan Suhu Rendah Dengan Metode Perbandingan Es Kering dan Alkohol Oleh : Dwi Larassati, Arfan Sindhu Tistomo .....	324
28. Unjuk Kerja Kalibrasi Standar Fiks Resistor 100 M $\Omega$ - 1 P $\Omega$ Dengan Menggunakan Teraohmmeter Oleh : Nibras Fitrah Yayienda, Lukluk Khairiyati, Muhammad Azzumar .....	333
29. Pengukuran Paparan Getaran Lengan-Tangan Pada Sistem Kalibrasi <i>Vibration Pen</i> Untuk Mencegah <i>Hand-Arm Vibration Syndrome</i> (HAVS) Oleh : Ninuk Ragil Prasasti, Chery Chaen Putri, Maharani Ratna Palupi, Denny Hermawanto .....	345
30. Migrasi Sistem Pengukuran Standar <i>Thermal Voltage Converter</i> (TVC) di Puslit Metrologi – LIPI Oleh : Hayati Amalia, Mohamad Syahadi, dan Hadi Sardjono .....	355



# PENGUKURAN *PROPER READABLE TIME INTERVAL* PADA SISTEM OTOMASI KALIBRASI STOPWATCH

Swivano Agmal, Windi Kurnia Perangin-Angin

Puslit Metrologi LIPI, Kompleks Puspiptek Setu, Tangerang Selatan, Banten

swivano@gmail.com

## INTISARI

Pengukuran *Proper Readable Time Interval* (PRTI) sangatlah penting dalam menunjang sistem otomasi kalibrasi stopwatch berbasis pembacaan kamera. Kesesuaian PRTI yang ditunjukkan *unit under test* (UUT) dan kalibrator akan menghasilkan *match readable time Interval* (MRTI). Besarnya MRTI ini nantinya akan sangat menentukan kemampuan titik ukur kalibrasi stopwatch menggunakan sistem otomasi berbasis pembacaan kamera. Suatu protipe sistem pengukuran PRTI dibuat untuk memenuhi kepentingan tersebut di pusat penelitian metrologi LIPI. Sistem ini pertama kali diujicobakan menggunakan kamera smartphone Lenovo P1ma40 (S.N: S040\_170106). Kalibrator yang dipergunakan adalah *frequency counter* Fluke PM6681 yang terhubung ke sumber frekuensi standar nasional (NaFS) jam atom cesium-133 tipe 5071A. Pengambilan data dilakukan menggunakan metoda *Video totalized*. Dari ujicoba sistem ini dihasilkan nilai PRTI sebesar 0,065 sekon dengan standar deviasi 0,00012 sekon. Hasil ini menunjukkan setiap data yang diperoleh memiliki ketidakpastian maksimum sebesar 0,034 sekon. Ketidakpastian ini berikutnya akan menjadi nilai yang perlu ditambahkan pada *budget* ketidakpastian yang dihasilkan standar dalam prototipe sistem otomasi kalibrasi stopwatch yang tengah dikembangkan di pusat penelitian Metrologi LIPI.

**Kata Kunci:** pengukuran *proper readable time interval*, *match readable time interval*, *video totalized*

## ABSTRACT

The measurement of *Proper Readable Time Interval* (PRTI) is very important in supporting the calibration sistem of camera-based stopwatch calibration. The compliance of PRTI shown by unit under test (UUT) and calibrator will result in a *match readable time Interval* (MRTI). The magnitude of this MRTI will greatly determine the ability of the stopwatch calibration point using a camera-based automation sistem. A prototype of a PRTI measurement sistem is made to meet those interests at the LIPI metrology research center. The sistem was first piloted using the camera of Lenovo P1ma40 (S.N: S040\_170106). The calibrator used is the frequency counter Fluke PM6681 connected to the national standard frequency source (NaFS) atomic clock cesium-133 type 5071A. Data was retrieved using the *Video totalized* method. This sistem yields PRTI value 0,065 seconds with deviation standard 0,00012 seconds. These results show that each data obtained has a maximum uncertainty 0.034 seconds. Furthermore, this uncertainty will be added to the standard uncertainty budget generated in the prototype of the stopwatch calibration automation sistem which being developed at the LIPI Metrology research center.

**Keywords:** measurement of *proper readable time interval*, *match readable time interval*, *totalized video*

## 1. PENDAHULUAN

Pada sistem otomasi kalibrasi stopwatch berbasis kamera, sering kali muncul data yang bersifat ambigu. Hal ini menyulitkan proses otomasi kalibrasi yang dilakukan. Data yang ambigu merupakan implikasi dari kecepatan kamera yang lebih lambat dari kecepatan objek yang diamati. Belum diketahui apakah hal ini merupakan kekurangan dari kamera atau *counter*. Namun data ini dapat dihindarkan dengan cara mencari nilai *proper readable time interval* (PRTI).

Suatu eksperimen dirancang, untuk mengukur Nilai PRTI ini. Metoda yang digunakan adalah *video totalized* menggunakan kamera smartphone Lenovo P1ma40. Kamera dihadapkan ke *frequency counter* Fluke PM6681 yang mendapatkan sinyal referensi standar 10 MHz dari jam atom cesium HP 5071A. Kamera bertugas untuk mengamati perubahan angka pada *Frequency counter* Fluke PM6681. *Output* yang dihasilkan berupa video yang terdapat penunjukan waktu dari *frequency counter*. Berikutnya video ini diolah untuk mendapatkan PRTI system.

Pencapaian kali ini hanya difokuskan pada pengukuran PRTI. Hal ini disebabkan PRTI adalah hal fundamental dalam sistem otomasi kalibrasi stopwatch yang tengah dibangun. Dengan mengetahui PRTI maka dapat diketahui batasan titik ukur yang dicapai dalam sistem kalibrasi stopwatch. Kelebihan dari sistem ini adalah sistem ini menggunakan *frequency counter* yang terhubung ke jam atom cesium HP 5071A sebagai referensi sinyal. Dimana jam atom cesium merupakan standar frekuensi nasional dengan kestabilan hingga  $10^{-13}$  detik.

## 2. TEORI DASAR

Apabila kecepatan yang terekam memiliki kecepatan yang lebih tinggi dari pada kecepatan tangkapan kamera, maka objek tersebut akan terlihat dalam posisi ambigu<sup>[1][2]</sup>. Hal ini bisa terjadi pula dalam semua sistem pengukuran berbasis kamera. Namun demikian tidak semua gambar terlihat ambigu sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar yang terlihat jelas ini membentuk suatu pola tertentu. Belum dapat dipastikan mengapa terdapat gambar yang terlihat jelas dan yang terlihat samar/berbayang.

*Proper readable time interval* (PRTI) adalah terminologi khusus yang dibuat untuk menyatakan interval waktu antara dua *frame* berdekatan yang terlihat jelas. Sedangkan *frame* itu sendiri adalah gambar yang terbentuk oleh kamera pada satu waktu

tertentu. Kejelasan *frame* ini ditentukan oleh kecepatan objek dan kecepatan tangkapan kamera. Sedangkan kedekatan frame dapat dilihat dari posisi angka yang tertera pada display *frequency counter*.



**Gambar 1. (a) Nominal *counter* yang terlihat ambigu; (b) Nominal *counter* yang terlihat jelas**

Terdapat beberapa indikator dari *frame* yang dikatakan jelas, yaitu jumlah dan dimensi global objek yang diamati tidak berubah serta tidak berbayang. Objek yang bergerak bisa saja berubah bentuk ketika mengalami pergerakan, namun bentuk globalnya masih dapat terbedakan oleh mata normal. Jika objeknya berupa angka yang berubah secara cepat, maka angka-angka tersebut haruslah memiliki kesamaan bentuk dengan 10 jenis angka dari 0 hingga 9. Meskipun nominalnya berubah, namun jika bentuknya tidak berbayang dan sama dengan jenis nominal angka dari 0 hingga 9, maka *frame* tersebut dikatakan jelas. PRTI didefinisikan secara matematis pada persamaan 1.

$$PRTI = C_{N+1} - C_N \dots\dots\dots 1$$

dimana:

*PRTI* adalah *Proper Readable Time Interval*

$C_N$  adalah Nominal waktu pada *frame* ke-N yang terlihat jelas , sekon

$C_{N+1}$  adalah Nominal waktu pada *frame* ke-N yang terlihat jelas, sekon

*Frame-frame* yang terlihat jelas diketahui memenuhi suatu aturan tertentu. Urutan dari *frame* ini ditentukan oleh Interval *frame* yang dapat diukur. Terminologi khusus yang dipakai untuk menyatakan interval *frame* tersebut ialah *Proper readable frame Interval* (PRFI). Persamaan matematis yang menjelaskan PRFI disajikan pada persamaan 2.

$$PRFI = C_{f_{N+1}} - C_{f_n} \dots\dots\dots 2$$

dimana:

*PRFI* adalah proper readable frame interval

$CF_N$  adalah nomor urutan *frame* ke-N yang terlihat jelas.

$CF_{N+1}$  adalah nomor urutan *frame* ke-N yang terlihat jelas

Dengan membandingkan keduanya maka didapatkan nominal kecepatan kamera

$$FPS = \left( \frac{PRTI}{PRFI} \right)^{-1} \dots\dots\dots 3$$

dimana :

FPS adalah nilai kecepatan tangkapan *frame* kamera, satuannya *frame* persekon

Jika terdapat dua objek benda yang diamati secara bersamaan, semisal stopwatch dan counter, maka pengambilan *frame* tergantung dari faktor MRTI sebagaimana digambarkan pada persamaan 4.

$$MRTI\ factor = \mu = \left( \frac{PRTI_b}{PRTI_k} \right) \dots\dots\dots 4$$

dimana:

MRTI adalah interval waktu ketika UUT dan kalibrator/standar terlihat jelas keduanya, sekon

$PRTI_b$  adalah nilai *proper readable time interval* yang lebih besar dari suatu objek, sekon

$PRTI_k$  adalah *proper readable time interval* yang lebih kecil dari objek lainnya

$\mu$  adalah nilai perbandingan antara PRTI yang lebih besar dan PRTI yang lebih kecil

### 3. METODOLOGI

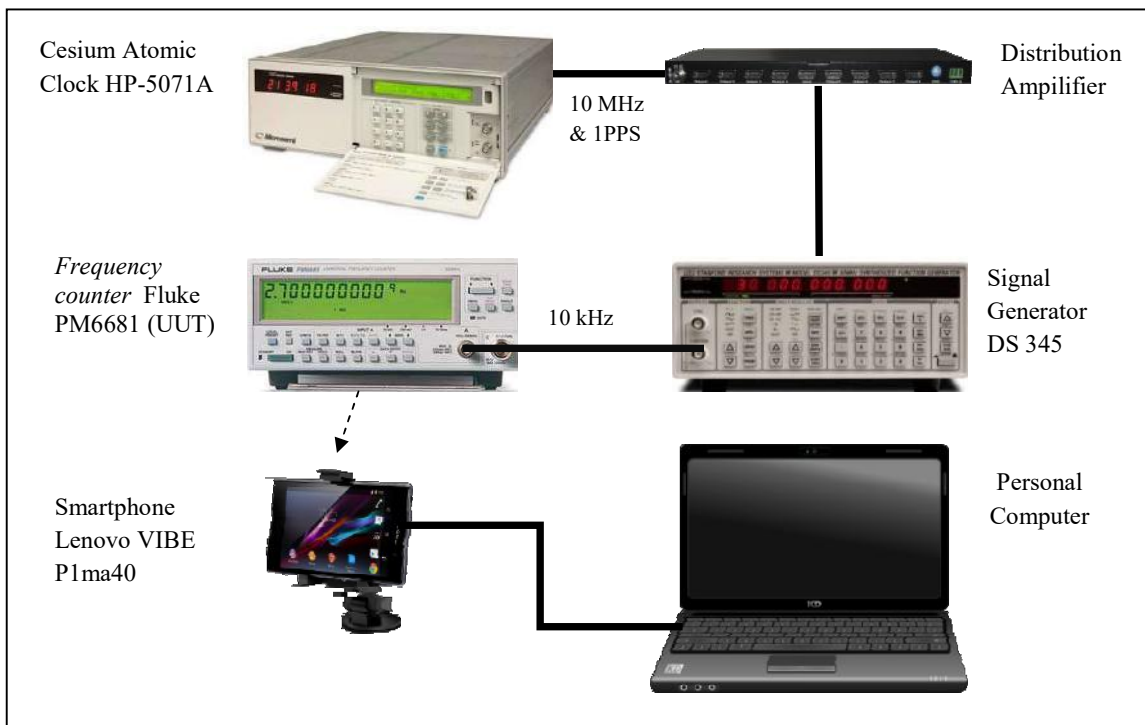
Percobaan kali ini menggunakan sebuah kamera *smartphone* yang dihadapkan dengan *frequency counter* standar sebagai instrumen kalibrasinya. Instalasi percobaan digambarkan pada Gambar 2. Pada percobaan dapat dilihat *frequency counter* fluke pm6681 yang dipergunakan terhubung ke jam atom cesium HP 5071A yang merupakan standar frekuensi nasional. Jam atom cesium ini sendiri memiliki *long term stability* yang tinggi dengan akurasi hingga orde  $10^{-13}$  sekon.<sup>[3][4][5]</sup>

Pengambilan data menggunakan metode *Video totalized*. Hasil dari metode ini berupa video rekaman sebuah counter yang melakukan penghitungan total sinyal yang masuk ke dalamnya (*Totalized*). Sinyal ini berasal dari *signal generator* yang telah

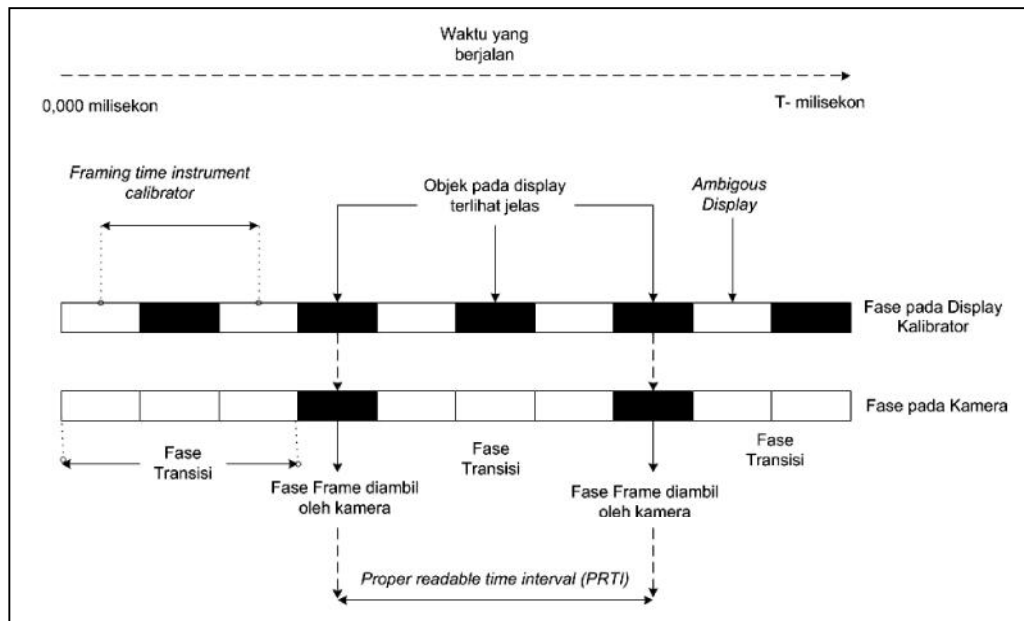
terhubung ke jam atom. Instrumen ini menghasilkan sinyal dengan frekuensi tertentu. Pada percobaan kali ini, sinyal yang dikirim ke *frequency counter* memiliki frekuensi 1000 Hz. Hal ini membuat nominal pada *frequency counter* akan berubah tiap 0,001 detik. Sehingga angka yang tertera pada *display frequency counter* menunjukkan interval waktu dalam satuan milisekon.

*Frame-frame* yang terbentuk melalui proses rekaman memuat nominal tertentu yang berasal dari *display frequency counter*. Nominal ini berperan sebagai data gambar yang menjelaskan posisi waktu pada *frequency counter*. Nominal ini berikutnya akan diolah untuk mendapatkan nilai PRTI sistem.<sup>[6][7]</sup>

Penggunaan *Video totalized* dipilih untuk memastikan gambar yang ditangkap memiliki jeda minimum. Sehingga bisa dipastikan pola dari gambar tersebut. Berbeda ketika menggunakan teknik *countionous photograph*<sup>[8]</sup> yang mana masih memungkinkan terdapat *frame* yang tidak tertangkap kamera. Skema pengambilan data menggunakan metode *Video totalized* di jelaskan pada Gambar 3.



**Gambar 2. Instalasi percobaan prototipe sistem pengukuran PRTI**

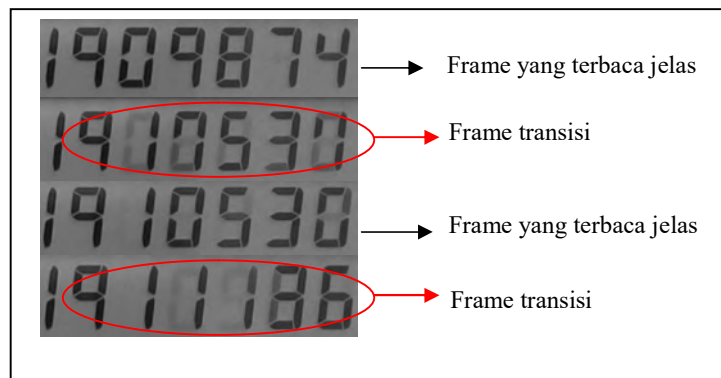


**Gambar 3. Pengukuran PRTI**

Dari metode pengambilan data ini akan didapatkan sejumlah besar *frame* yang diperoleh melalui proses pemecahan data video menjadi data gambar menggunakan KMP player.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari percobaan dihasilkan data yang terbaca dan data ambigu seperti contohnya pada Gambar 4.



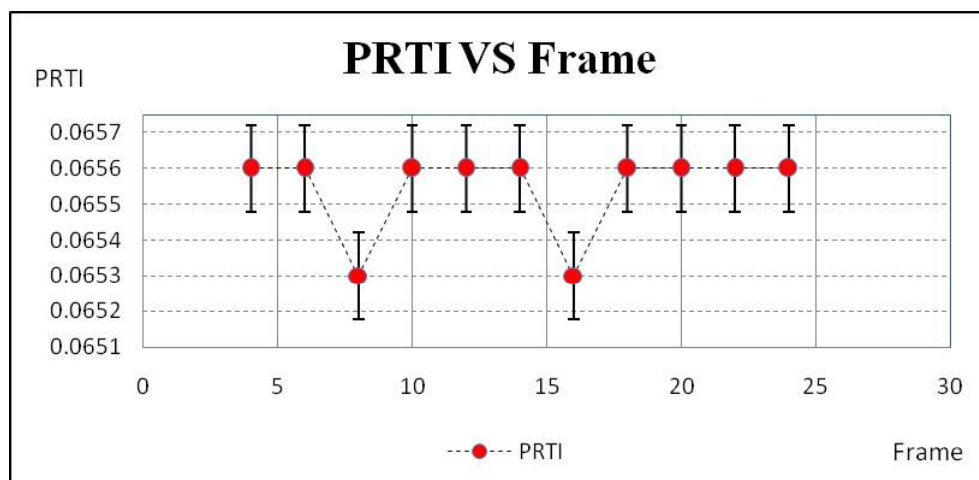
**Gambar 4. Contoh data yang terbaca jelas dan data ambigu (*frame* transisi)**

Data ini kemudian dikumpulkan dan diolah menggunakan persamaan 1 dan 2 sehingga didapatkan sejumlah data pada Tabel 1.

**Tabel1. Data angka pengukuran PRTI menggunakan metoda *video totalized***

<i>Frame (Cf<sub>n</sub>)</i>	Penunjukan Alat (sekon)	PRTI (Sekon)	Discrepancy (sekon)
2	191,053 0	-	
4	191,118 6	0,065 6	0,032 8
6	191,184 2	0,065 6	0,032 8
8	191,249 5	0,065 3	0,032 7
10	191,315 1	0,065 6	0,032 8
12	191,380 7	0,065 6	0,032 8
14	191,446 3	0,065 6	0,032 8
16	191,511 6	0,065 3	0,032 7
18	191,577 2	0,065 6	0,032 8
20	191,642 8	0,065 6	0,032 8
22	191,708 4	0,065 6	0,032 8
24	191,774 0	0,065 6	0,032 8
26	191,839 6	-	-

*Discrepancy* menggambarkan lebar data, artinya setiap nilai yang tertera memiliki kemungkinan bernilai pada range tertentu. Dari table 1, kita dapat melihat bahwa PRTI sistem tidaklah stabil, melainkan naik turun sebagaimana digambarkan pada grafik Gambar 5.

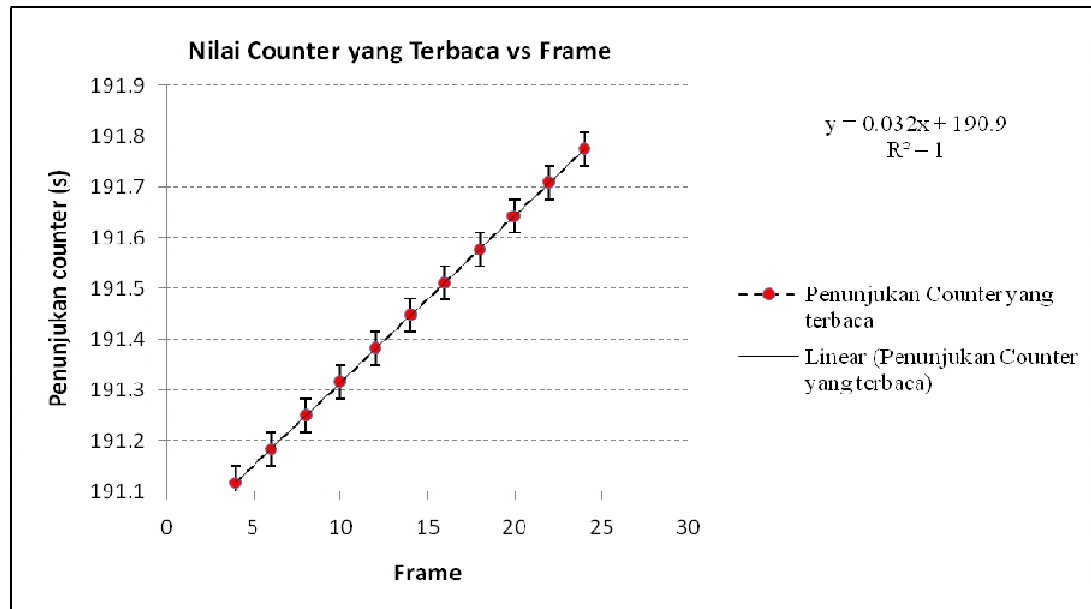


**Gambar 5. Grafik kestabilan PRTI**

Dengan menggunakan standar deviasi, didapatkan tingkat kestabilan data PRTI

sebesar 0,00012 sekon atau sekitar 0,18% dari PRTI rata-rata. Hal ini terbilang sangatlah stabil.

Dari data pada Tabel 1 kita juga mendapatkan suatu relasi antara nominal yang terbaca secara jelas pada *counter* dengan urutan framenya yang digambarkan pada grafik Gambar 6.



**Gambar 6. Grafik kestabilan PRTI**

Dari grafik didapatkan persamaan linier yang memenuhi persamaan 5.

$$C_N = 0,0328C_{f_N} + 90,9874 \dots \dots \dots 5$$

Grafik ini sangat stabil dengan  $R^2 = 1$ .

Dengan menggunakan nilai interval didapatkan PRTI rata-rata sebesar 0,0655 dengan kecepatan tangkapan objek oleh kamera (*frame rate*) sebesar 0,0328 sekon atau sama dengan 30,5 FPS. Kecepatan tangkapan ini berikutnya menjadi nilai *discrepancy* dari setiap data yang terbaca. Dengan melihat pola data yang berhasil ditangkap diketahui nilai dari PRFI sebesar 2 *Frame*. Artinya setiap 2 *frame* hanya ada 1 *frame* yang dapat terbaca dengan jelas.

## 5. KESIMPULAN

*Proper readable time interval* bersifat cukup stabil dengan tingkat kestabilan 0,00012 sekon (1% dari data ). Nilai PRTI rata-rata sebesar 0,0655 dengan PRFI sebesar 2. Kecepatan tangkapan gambar sebesar 30,5 FPS. Setiap data memiliki *discrepancy*



sebesar 0,0328 sekon yang juga merupakan nilai kemiringan dari fungsi penunjukan *counter* terhadap frame yang terbaca jelas. Nilai PRTI ini berikutnya menjadi salah satu acuan dalam selang waktu pengambilan data prototype sistem otomasi kalibrasi stopwatch. Distribusi ketidakpastian menggunakan distribusi segitiga dimana nilainya adalah  $4,98989 \times 10^{-5}$  sekon.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang ikut berpartisipasi dalam penelitian ini, khususnya personel laboratorium waktu dan frekuensi Puslit Metrologi LIPI.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. J. Cheon, *Basic Photography Using a Digital Camera*. 2018.
- [2] Jeff Davies, “The basics of photography.”
- [3] D. B. Sullivan, J. C. Bergquist, J. J. Bollinger, R. E. Drullinger, W. M. Itano, S. R. Jefferts, W. D. Lee, D. Meekhof, T. E. Parker, F. L. Walls, and D. J. Wineland, “Primary atomic frequency standards at NIST,” *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.*, vol. 106, no. 1, pp. 47–63, 2001.
- [4] C. Audoin and J. Vanier, *The Quantum Physics of Atomic Frequency Standards, Volume 1*, vol. 1. 1989.
- [5] S. H. Mamay, E. L. Yochelson, and E. Dorf, “Around-the-World Atomic Clocks:,” vol. 177, 1962.
- [6] S. C. K. Ko, A. Y. K. Yan, and H. C. K. Ma, “Improving the Video Totalized Method of Stopwatch Calibration,” pp. 1–32, 2015.
- [7] C. M. Tsui, Y. K. Yan, and H. M. Chan, “Calibration of Stopwatches by Utilizing High Speed Video Recordings and a Synchronous Counter.”
- [8] S. Agmal and F. Subdivission, “The Introduction of Ranged Continuous Photograph Method in A Stopwatch Calibration Automation”.

## HASIL DISKUSI

1. Pertanyaan : Apa itu PRTI?

Jawaban : Waktu yang tepat dalam pengambilan data sistem otomasi kalibrasi stopwatch.

2. Pertanyaan : Mengapa tidak menggunakan system *interface*/ menggunakan GPIB dan serial dalam pengambilan data?

Jawaban : Karena pengambilan data harus tepat pada waktu yang sudah ditentukan sedangkan *interface* berpotensi keterlambatan.

3. Pertanyaan : Permasalahan apa yang melatarbelakangi?

Jawaban : Terdapatnya AID (*ambiguous image data*) pada sistem otomasi kalibrasi stopwatch.

## **SURAT PERNYATAAN KONTRIBUTOR UTAMA**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Nama : Swivano Agmal  
NIP : 198909232015021003  
Institusi : Pusat Penelitian Fisika – LIPI
  
2. Nama : Windi Kurnia Perangin-Angin  
NIP : 198608202010121003  
Institusi : Pusat Riset dan Pengembangan SDM – BSN

Dengan ini menyatakan bahwa **Swivano Agmal** dan **Windi Kurnia Perangin-Angin** merupakan kontributor utama dalam karya tulis ilmiah dengan judul “PENGUKURAN PROPER READABLE TIME INTERVAL PADA SISTEM OTOMASI KALIBRASI STOPWATCH” yang telah dipublikasikan dalam PPI KIM ke-44.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tangerang Selatan, 20 Desember 2019

Yang membuat pernyataan,



Swivano Agmal



Windi Kurnia Perangin-Angin

## **SURAT PERNYATAAN KONTRIBUTOR UTAMA**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Swivano Agmal  
NIP : 198909232015021003  
Institusi : Pusat Penelitian Fisika – LIPI

Dengan ini menyatakan bahwa **Swivano Agmal** merupakan kontributor utama dalam karya tulis ilmiah dengan judul “Penggunaan Aplikasi Auto Capture Controller dalam Rancang Bangun Sistem Otomasi Kalibrasi Stopwatch”.  
yang telah dipublikasikan dalam PPI KIM ke-43.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tangerang Selatan, 11 Juli 2020

Yang membuat pernyataan,



Swivano Agmal