

# *Implementasi Metode Simple Moving Average dalam Penghitungan Nilai Rerata dan Simpangan Baku pada Aplikasi Pencatat Data Ukur Sensor*

Arief Hendra Saptadi

Program Studi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Semarang  
ariefhendras@unimus.ac.id

**Abstrak**—Pengukuran parameter fisik pada umumnya menggunakan sistem akuisisi data dengan luaran berupa rekaman dan hasil analisis data. Analisis yang dilakukan antara lain berupa penghitungan nilai rerata dan simpangan baku. Kendati pun demikian, cara konvensional untuk melakukan penghitungan keduanya tidak dapat diterapkan untuk nilai-nilai yang dikirimkan secara kontinu selama jangka waktu tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode Simple Moving Average dalam penghitungan rerata dan simpangan baku pada aplikasi pencatat data ukur sensor. Sistem akuisisi data digunakan untuk mengukur nilai suhu dan kelembaban yang tersusun dari sensor DHT22, pushbutton, LED, Arduino Uno R3 penampil LCD, modul komunikasi serial dan piranti komputasi. Aplikasi akuisisi data direalisasikan dengan perangkat pemrograman Processing dan telah dapat menghasilkan rekaman data berformat CSV yang menampung 8 buah kolom nilai (termasuk rerata dan simpangan baku). Rerata suhu dan kelembaban terhadap waktu, masing-masing menunjukkan nilai stabil saat  $t > 60s$  dan  $t > 90s$ . Setelah dibandingkan dengan metode konvensional untuk menghitung simpangan baku, metode Simple Moving Average menghasilkan nilai yang serupa, baik untuk suhu maupun kelembaban.

**Kata kunci**—*simple moving average; rerata; simpangan baku; aplikasi akuisisi data*

## I. PENDAHULUAN

Proses pengukuran parameter fisik di alam, seperti suhu, kelembaban udara, tekanan udara dan sebagainya, pada umumnya membutuhkan sebuah sistem akuisisi data. Sistem akuisisi data merupakan sistem berbasis komputer yang melakukan pengambilan data menggunakan perangkat elektronik, menampilkannya, menyimpannya dan melakukan analisis terhadapnya. Beberapa jenis analisis yang acap kali dilakukan adalah berbasis statistik, antara lain berupa penghitungan nilai rerata dan simpangan baku. Nilai rerata atau *mean* mencerminkan rata-rata (*average*) dari sekelompok data, sedangkan simpangan baku (*standard deviation*) menunjukkan kecenderungan sebaran data terhadap nilai rata-rata. Simpangan baku membutuhkan penghitungan rerata sebagai langkah awalnya.

Secara konvensional, penghitungan nilai rerata dapat dilakukan baik dengan atau tanpa menggunakan larik (*array*). Jika larik dipergunakan maka nilai rata-rata terdahulu dapat ditelusuri sedangkan jika tanpa larik, maka ini lazimnya

digunakan untuk mengetahui nilai rerata akumulatif terakhir saja. Ada pun dalam penghitungan nilai simpangan baku, terdapat suatu tahap yaitu pengurangan antara nilai ke- $n$  terhadap nilai rerata keseluruhan. Sedangkan dalam kasus sistem akuisisi data, nilai hasil ukur terus-menerus dikirimkan secara periodik selama jangka waktu tertentu sehingga alhasil nilai rerata pun akan selalu mengalami perubahan. Jika larik diterapkan, maka ini akan berdampak pada besarnya memori yang diperlukan untuk menyimpan elemen-elemen di dalamnya ditambah dengan pemrosesan nilai rerata dari seluruh elemen di dalam larik tersebut setiap kali terdapat masukan nilai baru.

Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk menghitung nilai rerata dan simpangan baku pada data masukan yang bersifat kontinu adalah *Simple Moving Average* (SMA). Metode ini sesuai diterapkan untuk penghitungan nilai-nilai yang berurutan selama rentang waktu tertentu (*time series*). Selama ini SMA lebih banyak diterapkan untuk prediksi (*prediction*) maupun peramalan (*forecasting*) seperti prediksi tren saham yang dipengaruhi oleh berita-berita harian [1], peramalan (*forecasting*) produksi jagung menggunakan data sekunder hasil produksi tahun-tahun sebelumnya [2] dan perumusan strategi perdagangan minyak mentah yang dikombinasikan dengan aturan *fuzzy logic* [3].

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode *Simple Moving Average* ke dalam proses penghitungan nilai rerata dan simpangan baku yang dilakukan oleh aplikasi komputer terhadap data hasil ukur sensor dari sebuah sistem akuisisi data. Sedangkan data yang diproses adalah berupa nilai pengukuran suhu (dalam °C) dan kelembaban udara relatif (dalam %). Data hasil ukur, nilai rerata dan simpangan baku untuk selanjutnya disimpan dalam bentuk berkas rekaman berformat *Comma-Separated Values* (CSV).

## II. KAJIAN PUSTAKA

Beberapa teori mendasar dan penerapannya pada berbagai permasalahan sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini, diuraikan sebagaimana berikut:

### A. *Simple Moving Average*

Moving Average (MA) merupakan salah satu metode analisis teknik yang sering digunakan, antara lain di bidang ekonomi maupun keuangan. MA pada umumnya digunakan untuk menghitung nilai rerata yang bergulir (*rolling averages*)

dari sekumpulan harga selama rentang waktu tertentu [4]. Terdapat tiga buah variasi dari MA, yaitu *Simple Moving Average* (SMA), *Linearly Weighted Moving Average* (LWMA) dan *Exponential Moving Average* (EMA).

MA secara umum telah diterapkan ke dalam berbagai bentuk. Salah satunya adalah berupa penapis digital untuk meningkatkan respon dinamis dari *Power Factor Correctors* (PFC) [5]. Penulis *Finite Impulse Response* (FIR) menggunakan SMA secara berjenjang telah diterapkan dalam strategi mitigasi untuk fluktuasi daya sel surya [6]. Penulis SMA juga turut diterapkan untuk memonitor terapi otot-otot jari pada penderita pasca stroke. Penulis tersebut diterapkan pada aplikasi Android yang menerima data dari sarung tangan dengan sensor dan sistem mikropengendali di dalamnya [7]. Ada pun metode LWMA berganda telah diterapkan sebagai teknik alternatif untuk meramalkan penjualan bagi penyuplai bahan-bahan kimia. Pada penelitian tersebut, data penjualan selama tiga tahun sebelumnya, diproses melalui sebuah aplikasi web untuk meramalkan penjualan setahun mendatang [8].

Meninjau kembali penghitungan nilai rata-rata secara konvensional sesuai rumusan berikut:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Maka simpangan baku pada umumnya diturunkan dari persamaan varian. Pada sebuah penelitian, simpangan baku ini telah dimanfaatkan untuk menentukan kepadatan manusia di dalam suatu area [9].

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (3)$$

Persamaan (3) menghendaki nilai rata-rata secara keseluruhan dihitung terlebih dahulu untuk dapat dikurangkan dengan nilai masing-masing. Proses ini membutuhkan dua tahap (*two pass*) penghitungan.

Pada metode *Simple Moving Average* (SMA), nilai rerata dihitung secara akumulatif menggunakan hasil penghitungan sebelumnya setiap kali terdapat masukan nilai baru. Sehingga persamaan (1) di atas diubah menjadi seperti berikut:

$$\mu = \frac{1}{n} \left( x_n + \sum_{i=1}^{n-1} x_i \right) \quad (4)$$

Berdasarkan persamaan (4) dapat dihitung nilai simpangan baku secara akumulatif. Persamaan (5) di bawah ini merupakan bentuk metode *Moving Standard Deviation* yang diturunkan dari SMA. Persamaan tersebut meniadakan keharusan untuk menghitung terlebih dahulu nilai rerata secara keseluruhan. Sedangkan nilai simpangan baku dapat diperbarui terus-menerus melalui dua buah penjumlahan [10].

$$\sigma = \sqrt{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (5)$$

### B. Sistem Akuisisi Data

Sesuai definisi, sistem akuisisi data atau *Data Acquisition System* (DAQ) adalah sistem berbasis komputer yang merekam data secara akurat, dapat diulang, handal dan bebas dari kesalahan sesuai hasil pengukuran instrumen elektronik melalui berbagai media komunikasi [11]. Pada umumnya sistem semacam ini cocok digunakan untuk mengukur sinyal tegangan maupun arus. Bagian-bagian dari sistem akuisisi data adalah sensor dan *transducer*, pengkabelan atau saluran komunikasi, pengondisi sinyal, perangkat keras DAQ dan perangkat lunak DAQ di dalam sebuah sistem komputer [12].

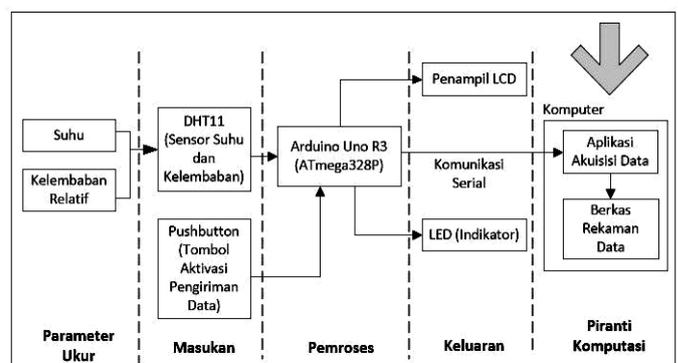
Sistem akuisisi data yang digunakan dalam penelitian ini pada dasarnya terdiri atas lima bagian. Yaitu, parameter ukur berupa suhu dan kelembaban relatif dari udara, bagian masukan yang terdiri dari sensor suhu dan kelembaban DHT22 dan tombol tekan (*pushbutton*) untuk memberikan perintah pengiriman data ke komputer, bagian pemroses berupa sistem mikropengendali Arduino Uno R3, bagian keluaran terdiri dari penampil LCD, modul komunikasi serial dan LED sebagai indikator serta piranti komputasi berupa sebuah komputer. Di dalam komputer tersebut terdapat aplikasi akuisisi data yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Processing dan menghasilkan sebuah berkas rekaman data berformat CSV. Fokus pembahasan makalah ini adalah di bagian piranti komputasi (seperti ditandai dengan tanda panah besar di gambar), khususnya dalam menerapkan metode *Simple Moving Average* pada aplikasi akuisisi data.

## III. IMPLEMENTASI

Penerapan metode SMA tersebut ke dalam aplikasi akuisisi data dilaksanakan dengan teknis seperti berikut ini:

### A. Algoritma Simple Moving Average (SMA)

Setiap kali terdapat sebuah nilai masukan baru maka algoritma SMA untuk memroses nilai rerata dan simpangan baku adalah seperti dalam diagram alir di gambar 2. Berdasarkan diagram tersebut dapat diketahui bahwa urutan penghitungan adalah diawali dengan menentukan nilai rerata, lalu menghitung varian dan diakhiri dengan menghasilkan nilai simpangan baku, baik bagi nilai suhu maupun kelembaban.



Gambar 1. Sistem Akuisisi Data Suhu dan Kelembaban Udara

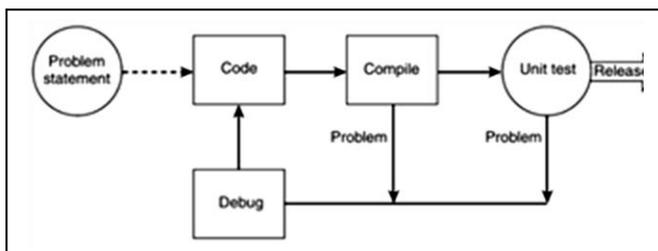


Gambar 2. Algoritma Simple Moving Average

### B. Pembuatan Aplikasi Akuisisi Data

Metode yang diterapkan dalam pembuatan aplikasi akuisisi data adalah *Simple Process*. Metode ini digunakan karena hanya terdapat pengembang aplikasi tunggal dengan orientasi lebih kepada aktifitas penulisan kode (*coding*), kompilasi (*compile*), pengujian (*testing*) dan pelacakan kesalahan (*debugging*). Ruang lingkup pengerjaan aplikasi yang tidak begitu kompleks menjadi pertimbangan lain dalam pemilihan metode tersebut [13].

Aplikasi akuisisi data direalisasikan dengan menggunakan perangkat pemrograman Processing ([www.processing.org](http://www.processing.org)). Bahasa pemrograman tersebut dipilih karena berbasisan Java, sehingga aplikasi yang dihasilkan mampu dijalankan di berbagai platform dan dapat dimanfaatkan untuk membuat antarmuka grafis dengan lebih sederhana. Ini karena awalnya Processing digunakan untuk memberikan pengenalan pemrograman dengan menciptakan bentuk-bentuk visual. Pemrograman di dalam Processing diistilahkan dengan penulisan sketsa atau *sketching* [14].



Gambar 3. Simple Process [13]

TABEL I. OBJEK GRAFIS DAN EVENT

Kategori	Nama	Sub Rutin	Deskripsi
Objek	Teks	label()	String teks dengan ukuran, warna dan posisi tertentu
Objek	Kotak	rectangle()	Kotak 2D dengan posisi, ukuran dan warna tertentu
Objek	Tombol	cmdButton()	Tombol perintah ( <i>command button</i> ) dengan efek <i>hover</i>
Objek	Label Tombol	cmdLabel()	Label pada tombol perintah yang dapat berganti-ganti ( <i>toggle</i> ) sesuai kondisi tertentu
Event	Klik Mouse	mousePressed()	Rutin untuk mendeteksi penekanan tombol mouse dan mencocokkan posisi <i>mouse pointer</i> dengan objek grafis lain

Penulisan program diarahkan untuk dua tujuan yaitu membangun objek-objek grafis dan pengaturan *event*. Terdapat beberapa sub rutin yang ditulis untuk keduanya seperti dalam tabel 1 di atas.

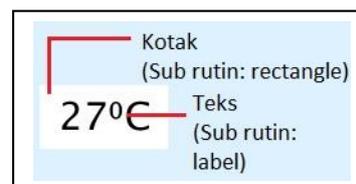
Setiap objek grafis di dalam aplikasi akuisisi data tersusun dari beberapa bentuk visual yang lebih sederhana untuk kemudian digabung menjadi sebuah elemen *Graphical User Interface* (GUI). Dengan demikian elemen GUI dapat didefinisikan secara bebas, disesuaikan dengan kebutuhan, tidak terikat pada bentuk-bentuk dan fungsionalitas yang sudah jamak digunakan. Sebagai contohnya adalah elemen GUI penampil data suhu seperti dalam gambar 4. Elemen tersebut sebenarnya terdiri dari dua buah bentuk visual, yaitu sebuah kotak yang dibangun dari sub rutin *rectangle()* dan teks yang diciptakan dari sub rutin *label()*.

Sub rutin *rectangle()* memiliki beberapa buah argumen, yaitu koordinat x dan y, lebar, tinggi dan warna seperti berikut:

```

void rectangle(int rectPosX, int rectPosY, int
rectWidth, int rectHeight, int rectColor)
{
    pushMatrix();
    translate(rectPosX, rectPosY);
    noStroke();
    fill(rectColor);
    rect(0, 0, rectWidth, rectHeight);
    popMatrix();
}
  
```

Ada pun sub rutin *label()* memiliki argumen untuk menampung tulisan yang akan ditampilkan, ukuran font, posisi x dan y serta warna teks sebagaimana berikut:



Gambar 4. Pembentukan Elemen GUI

```
void label(String txt, int txtSize, int txtPosX,
int txtPosY, int txtColor)
{
    textSize(txtSize);
    fill(txtColor);
    text(txt, txtPosX, txtPosY);
}

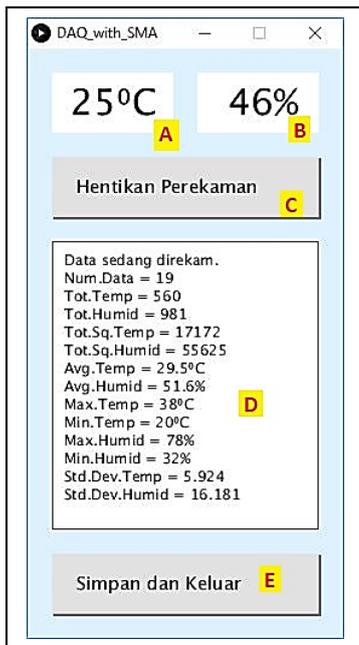
```

Tampilan GUI yang dihasilkan dari aplikasi akuisisi data pada saat sedang merekam data adalah seperti pada gambar 5. Aplikasi tersebut menampilkan nilai ukur suhu (A) dan kelembaban (B) yang dikirimkan dari perangkat keras akuisisi data. Jika tombol “Jalankan Perekaman” ditekan maka labelnya akan berubah menjadi “Hentikan Perekaman” (C), selain itu di bawahnya terdapat kolom (D) yang menampilkan nilai-nilai variabel penghitungan yang berubah-ubah secara dinamis. Jika tombol “Simpan dan Keluar” (E) ditekan maka aplikasi akan menutup berkas rekaman dan keluar.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilaksanakan setelah aplikasi akuisisi data selesai dibangun. Yaitu berupa perekaman data selama 5 menit dengan interval 1 detik sekali, sehingga didapatkan *sample* berupa 300 nilai suhu dan 300 nilai kelembaban. Selain kedua nilai tersebut terdapat juga nilai hasil pemrosesan, yaitu rerata dan simpangan baku.

Hasil perekaman adalah berupa berkas berformat CSV. Di dalamnya terdapat delapan buah kolom nilai, yaitu jumlah data (numData), nilai suhu (temp), nilai kelembaban (humid), jumlah nilai suhu (sumTemp), jumlah nilai kelembaban (sumHumid), rerata suhu (avgTemp), rerata kelembaban (avgHumid), jumlah kuadrat suhu (sumTempSquare), jumlah kuadrat kelembaban (sumHumidSquare), simpangan baku suhu (stdDevTemp) dan simpangan baku kelembaban (stdDevHumid).



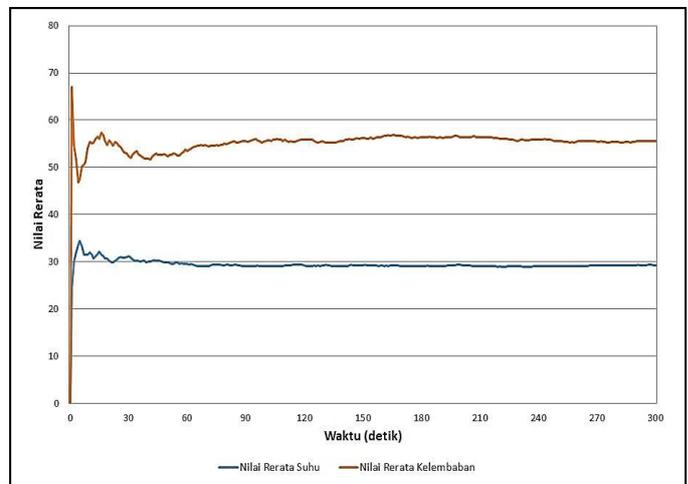
Gambar 5. Tampilan Aplikasi Akuisisi Data

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	numData	temp	humid	sumTemp	sumHumid	avgTemp	avgHumid	sumTempSquare	sumHumidSquare	stdDevTemp	stdDevHumid
2	1	29	56	29	56	29	56	841	3136	0	0
3	2	28	58	57	114	28.5	57	1625	6500	0.5	1
4	3	25	59	82	173	27.3	57.7	2250	9981	1.7	1.247
5	4	27	56	109	229	27.2	57.2	2979	13117	1.479	1.299
6	5	27	61	136	290	27.2	58	3708	16838	1.327	1.897
7	6	29	59	165	349	27.5	58.2	4549	20319	1.384	1.772
8	7	26	62	191	411	27.3	58.7	5225	24163	1.385	2.119
9	8	25	58	216	469	27	58.6	5850	27527	1.5	1.996

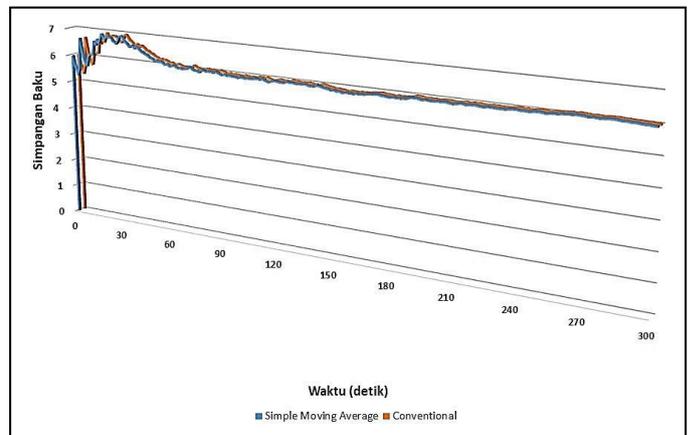
Gambar 6. Hasil Perekaman Data

Berdasarkan data nilai rerata ( $\bar{x}$ ) terhadap waktu (t), rerata suhu menunjukkan nilai yang stabil saat  $t > 60s$ , sedangkan kelembaban stabil saat  $t > 90s$ .

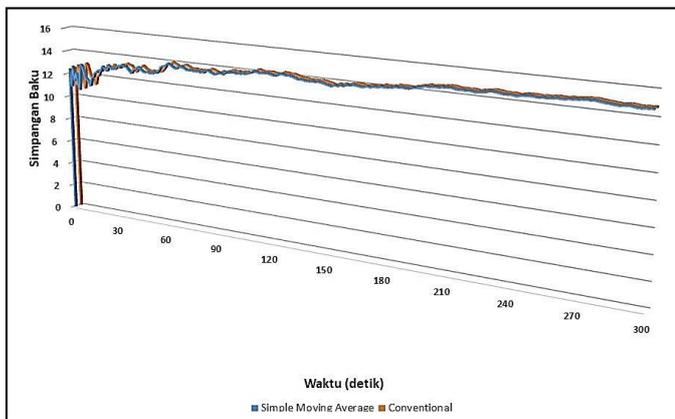
Khusus untuk nilai simpangan baku dilakukan perbandingan hasil penghitungan secara manual menggunakan metode konvensional seperti di dalam persamaan (3) terhadap metode SMA melalui persamaan (5). Sesuai hasil yang didapatkan, nilai simpangan baku baik untuk suhu maupun kelembaban menunjukkan hasil yang serupa antara kedua metode tersebut. Sehingga ini menandakan bahwa metode SMA telah dapat diterapkan dengan baik ke dalam aplikasi akuisisi data, dengan kelebihan tidak perlu digunakannya larik (*array*) untuk menampung nilai sebelumnya.



Gambar 7. Nilai Rerata terhadap Waktu



Gambar 8. Nilai Simpangan Baku untuk Suhu



Gambar 9. Nilai Simpangan Baku untuk Kelembaban

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan metode *Simple Moving Average* yang telah diterapkan ke dalam aplikasi akuisisi data dan hasil-hasil pengujian yang diperoleh maka dapat ditarik beberapa kesimpulan berikut ini:

1. Data telah dapat direkam dalam format CSV yang menampung 8 buah kolom nilai.
2. Rerata suhu terhadap waktu menunjukkan nilai yang stabil saat  $t > 60s$ , sedangkan rerata kelembaban menunjukkan kestabilan saat  $t > 90s$ .
3. Simpangan baku untuk suhu dan kelembaban menunjukkan hasil yang serupa antara metode konvensional dengan metode *Simple Moving Average*.

## REFERENSI

- [1] S. Lauren and S. Dra. Harlili, "Stock Trend Prediction Using Simple Moving Average Supported by News Classification," 2014 International Conference of Advanced Informatics: Concept, Theory and Application (ICAICTA), pp. 135 – 139.
- [2] W. Sulandari and Y. Yudhanto, "Forecasting Trend Data Using a Hybrid Simple Moving Average-Weighted Fuzzy Time Series Model," 2015 International Conference on Science in Information Technology (ICSITech), 24 – 25 October 2015, pp. 303 – 308.
- [3] X. Liu, H. An, L. Wang and Q. Guan, "Quantified moving average strategy of crude oil futures market based on fuzzy logic rules and genetic algorithms," *Physica A* (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2017.04.082>
- [4] P. E. Tsinaslanidis and A. D. Zapranis, "Technical Analysis for Algorithmic Pattern Recognition," Springer International Publishing: Switzerland, 2016, pp. 147 – 150.
- [5] J. Forbes, M. Ordonez, and M. Anun, "Improving the dynamic response of power factor correctors using simple digital filters: Moving average filter comparative evaluation," 2013 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, 15 – 19 September 2013, pp. 4814 – 4819.
- [6] P. Chanhom, S. Sirisukprasert, and N. Hatti, "A New Mitigation Strategy for Photovoltaic Power Fluctuation Using The Hierarchical Simple Moving Average," 2013 IEEE International Workshop on Intelligent Energy Systems (IWIES), 14 November 2013, pp. 28 – 33.
- [7] A. A. Hidayat, Z. Arief, and D. C. Happyanto, "Mobile Application With Simple Moving Average Filtering For Monitoring Finger Muscles Therapy Of Post-Stroke People," 2015 International Electronics Symposium (IES), 29 – 30 September 2015, pp. 1 – 6.
- [8] M. D. R. Castillo, M. M. C. Palavicini, R. D. R. Soto, and M. J. C. Gomez, "Double Weighted Moving Average: Alternative Technique for Chemicals Supplier's Sales Forecast," *International Journal of Business Administration*, Vol.7, No.4, 2016, pp. 58 – 66.
- [9] B. Sorte, V. Patil, and M. Bhamare, "Motion Detection Using Optical Flow And Standard Deviation," 2016 International Conference on

Automatic Control and Dynamic Optimization Techniques (ICACDOT), 9 – 10 September 2016, pp. 295 – 300.

- [10] T. Finch, "Incremental calculation of weighted mean and variance", University of Cambridge Computing Service, February 2009.
- [11] Measurement Computing, "Data Acquisition Handbook," Measurement Computing Corporation, 2012, pp. 1 – 2.
- [12] M. D. P. Emilio, "Data Acquisition Systems From Fundamentals to Applied Design," Springer Science+Business Media: New York, 2013, pp. 1 – 3.
- [13] F. Tsui, O. Karam, and B. Bernal, "Essentials of Software Engineering," 3<sup>rd</sup> Edition, Jones & Barlett Learning: Burlington, 2014, pp. 58 – 59.
- [14] C. Reas and B. Fry, "Make: Getting Started with Processing. A Hands-on Introduction to Making Interactive Graphics," 2<sup>nd</sup> Edition, Maker Media: San Fransisco, 2015, pp. 1 – 2.