

PENGOLAHAN SINYAL *LOAD CELL* 5KG MENGUNAKAN METODE *MOVING AVERAGE*

Muhammad Prayadi Sulistyanto

Dosen Program Studi D3 Desain Produk Mekatronika Politeknik Mekatronika Sanata Dharma
Alamat korespondensi: Kampus Paingan Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta 55282.
Email: Prayadi@pmsd.ac.id / Prayadi.Sulistyanto@gmail.com

ABSTRACT

Load cell is a mass sensor which has a value oscillating output, and has a high noise so it requires an additional system to reduce the noise. One way to reduce noise is by a low pass filter (LPF) with cut-off values specified. In addition to the LPF, other methods to reduce the noise are by the moving average method. Moving average is a filter to find the average value of an instrument at a specified time. This study is a continuation of previous research entitled “ Pengolahan Isyarat Load Cell SEN128A3B Menggunakan Metode Moving Average” and “Pengolahan Isyarat Load cell Menggunakan Metode Simple Moving Average Tingkat Dua dan Weighted Moving Average Tingkat Dua untuk Pencarian Titik Referensi”. This research would like to try moving average method for processing 5Kg load cell signals and search reference point. Load cell 5Kg oscillating signal is very high and varied. Weighted moving average method can reduce oscillation well that the standard deviation value of 0.996 compared to the method of a simple moving average and the exponential moving average. Determination of the reference point on the signal 5Kg load cell can be performed using Simple Moving Average Level Two and Weighted Moving Average Level Two. Both methods have the same ability in the determination of the reference point on the load cell signal 5Kg.

Keywords: *load cell, simple moving average, weighted moving average, exponential moving average, reference point.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di masa sekarang ini sudah menunjukkan kemajuan yang cukup pesat. Pengembangan teknologi yang diiringi dengan menemukan teknologi yang memudahkan manusia dalam melakukan pekerjaan seperti perkembangan alat pengukur massa yaitu timbangan yang mengalami perkembangan teknologi dari pengukuran secara konvensional menjadi pengukuran secara otomatis. Salah satu instrument pengukur massa adalah *load cell* dan *load cell* memiliki nilai pengukuran yang bervariasi seperti *load cell* SEN123A3B dengan maksimal pengukuran 500gram, *Load cell* 5kg, *load cell* 10kg, dll.

Load cell merupakan sensor massa yang memiliki nilai output berosilasi, dan memiliki *noise* yang tinggi sehingga diperlukan sistem tambahan guna mengurangi *noise* tersebut. Salah satu cara untuk mereduksi *noise* yaitu dengan Low Pass Filter (LPF) dengan nilai *cut-off* tertentu (Hamrita, Vellidis, & Kvien, 2000). Selain dengan LPF, metode lain untuk

mereduksi *noise* yaitu dengan metode *moving average*. *Moving average* merupakan tapis untuk mencari nilai rata-rata dari nilai suatu instrumen pada waktu tertentu. *Moving average* digunakan untuk menganalisa isyarat atau sinyal yang bersifat *non-linear*. *Moving average* terdiri dari beberapa jenis yaitu (Secundo Lee & Deny Rahardjo, 2011):

1) *Simple Moving Average*

$$SMA = \frac{data1 + data2 + .. data n}{n} \quad (1)$$

2) *Weighted Moving Average*

$$WMA = \frac{\sum (data \times bobot)}{\sum bobot} \quad (2)$$

3) *Exponential Moving Average*

$$EMA = \left(\frac{2}{periode + 1} \times (data - Pre.EMA) \right) + Pre.EMA \quad (3)$$

Thomas dkk. mencoba melakukan penelitian tentang pengukur berat badan secara digital dengan memanfaatkan komponen elektronika yaitu *optocoupler* akan membaca putaran piringan bergerigi. Piringan bergerigi akan berputar sesuai dengan gaya yang diterimanya (Thomas, Johan, & Henhy, 2008). Peneliti lain juga mencoba melakukan perancangan timbangan digital juga dilakukan oleh **Try Utami Hidayani** dengan memanfaatkan sensor *load cell* dengan range pengukuran antara 0 sampai 5 kg dengan pengujian titik terendah pada massa 0,5 kg. Sistem yang dibuat memiliki nilai error rata-rata 7,9% (Utami Hidayani & Miharani, 2013).

Penelitian ini merupakan lanjutan penelitian yang sebelumnya yang berjudul “Pengolahan Isyarat *load cell* SEN128A3B Menggunakan Metode *Moving Average*” (Sulistyanto, Wahyunggoro, & Cahyadi, 2015) dan “Pengolahan Isyarat *load cell* Menggunakan Metode *Simple Moving Average* Tingkat Dua dan

maksimal adalah 500 gram, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut yaitu dengan *load cell* jenis lain yang memiliki beban maksimal lebih dari 500 gram dengan menggunakan metode *moving average*.

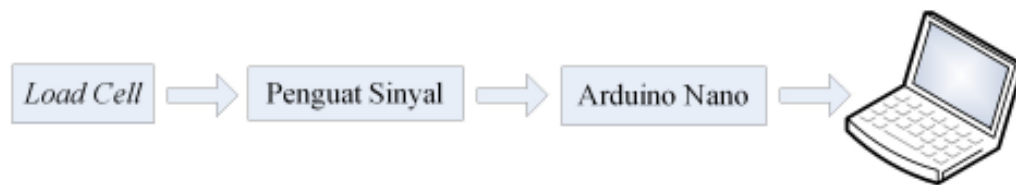
1.3 Tujuan Penelitian

Pengujian metode *moving average* pada *Load cell* jenis lain yang memiliki beban maksimal diatas 500 gram.

2. METODE PENELITIAN DAN DASAR TEORI

2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem pengolahan sinyal *load cell* 5kg dengan metode *moving average* yang akan dibuat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Perancangan Sistem Timbangan Digital

Weighted Moving Average Tingkat Dua untuk Pencarian Titik Referensi” (Sulistyanto, Wahyunggoro, & Cahyadi, 2015). Pada penelitian ini akan mencoba metode *moving average* untuk pengolahan *load cell* 5Kg dan pencarian titik referensinya.

1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian sebelumnya, *Load cell* yang digunakan adalah *load cell* SEN128A3B dengan beban

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Load Cell 5kg

Load cell merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur massa atau gaya. Range pengukuran dari sensor *load cell* yang digunakan adalah 0 gram sampai 5000 gram. Spesifikasi *Load cell* 5kg sebagai berikut.

Tabel 1: Spesifikasi *Load Cell* 5kg. (Jogjarobotika, 2015)

Keterangan	Nilai
Rated Load	5 Kg
Rated Output	1.0mV/V±0.15mV/V
Zero Output	±0.1mV/V
Creep	0.03%F.S./30min
Input End	Red+(power), Black-(power)
Output End	Green+(signal), White-(signal)
Recommended operating voltage	3 ~ 12 VDC
Maximum operating voltage	15 VDC
Input Impedance	1115±10%Ω
Output Impedance	1000±10%Ω
Protection class	IP65



Gambar 2. Load Cell 5kg. (Jogjarobotika, 2015)

2.2.2 INA125

IC amplifier INA125 merupakan IC instrumentasi produk dari Burr-Brown Corporation. Kebutuhan daya operasional yang rendah yaitu antara 10-50 nA. Selain konsumsi daya yang rendah, keunggulan IC amplifier INA125 adalah memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dengan output tegangan referensi yang presisi (Bridge, 1998).

IC amplifier INA125 membutuhkan resistor eksternal untuk mendapatkan gain sesuai dengan kebutuhan. *Setting gain* IC amplifier INA125 berkisar antara 4 sampai 10000. Adapun perhitungan nilai resistor eksternal dapat dihitung dengan rumus (Bridge, 1998):

$$G = 4 + \frac{60K\ ohm}{R_g} \quad (4)$$

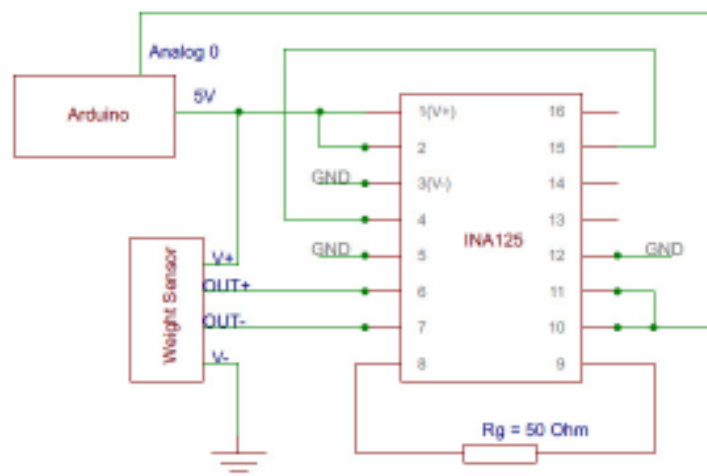
Tegangan referensi eksternal IC amplifier INA125 dapat dipilih mulai dari 2,5 volt, 5 volt, atau 10 volt sesuai dengan kebutuhan *transducer*. Tegangan referensi memiliki keakuratan sampai $\pm 0,5\%$ (max) pada $\pm 35p\text{-pm}/^{\circ}\text{C}$ (max) (Bridge, 1998). Penggunaan

IC Amplifier INA125 untuk sensor berat dapat dilihat pada gambar 2.2.

Gambar 2.2 menunjukkan contoh pemanfaatan IC amplifier INA125 yang dikonfigurasi dengan Sensor berat SEN128A3B untuk aplikasi timbangan 500 gram (Seedstudio, n.d.). Penggunaan resistor eksternal (R_g) sebesar 50 Ω sehingga nilai penguatan (gain) yang dihasilkan oleh IC amplifier INA125 yang dihitung dengan rumus adalah sebesar 1204.

2.2.3 Arduino Nano

Arduino Nano merupakan board mikrokontroler dengan menggunakan IC *microcontroller* produk dari Atmel. IC controller yang digunakan adalah ATmega328 (Arduino Nano 3.x) atau ATmega168 (Arduino Nano 2.x). Board arduino Nano memiliki fungsi yang hampir sama dengan board Arduino Duemilanove, perbedaannya hanyalah pada pemngemasannya saja. Perbedaan terjadi pada port catu daya DC, Arduino nano, untuk catu daya dan komunikasi USB menggunakan kabel mini USB. Nano dirancang dan diproduksi oleh Gravitech.



Gambar 3. Rangkaian INA125 (Seedstudio, n.d.)

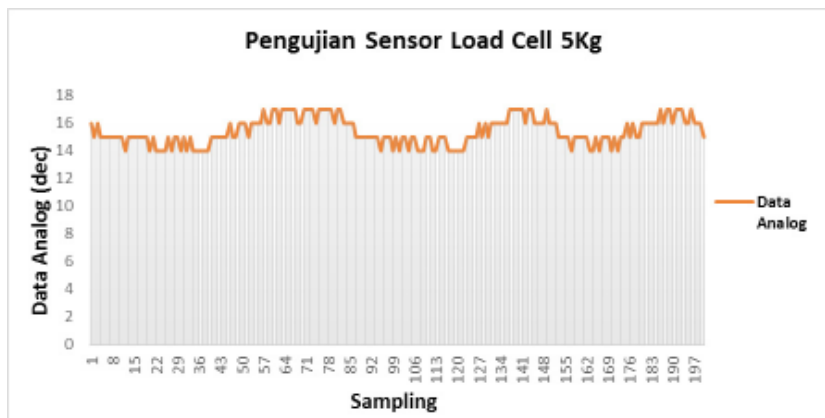
Tabel 2: Spesifikasi Arduino Nano (Arduino, 2016)

Keterangan	Nilai
Microcontroller	Atmel ATmega168 or ATmega328
Operating Voltage (logic level)	5 V
Operating Voltage (recommanded)	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Dimensions	0.73" x 1.70"
Length	45 mm

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil implementasi timbangan digital yang dilakukan dalam penelitian ini, dengan gain amplifier INA125 sebesar 10004, pengambilan data dilakukan dengan melakukan sampling data setiap 200ms dari sinyal *load cell* 5kg. Gambar 4 menunjukkan hasil 200 sampling data *load cell* 5kg.

Hasil pengujian sensor *load cell* 5kg menunjukkan bahwa hasil pembacaan sensor *Load cell* 5kg mengalami osilasi. Sama halnya dengan penelitian sebelumnya yaitu pengujian sensor *load cell* SEN128A3B yang mengalami osilasi (Sulistyanto, Wahyunggoro, & Cahyadi, 2015) sehingga memerlukan pengolahan sinyal lebih lanjut yaitu dengan metode *moving average*.

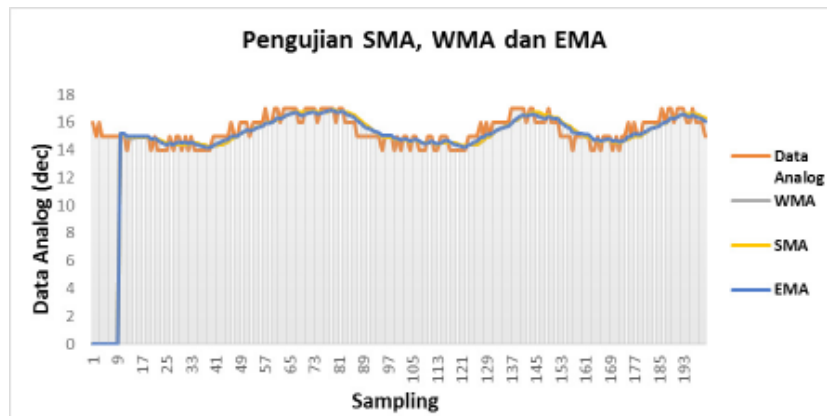
Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Sensor *Load Cell* 5kg.

3.1 Simple Moving Average (SMA), Weighted Moving Average WMA, dan Exponential Moving Average (EMA)

Mengacu pada persamaan (1), (2), dan (3), pengolahan sinyal *Load cell* 5kg dengan metode SMA, WMA dan EMA dilakukan setiap 10 data, Pengujian dilakukan pada 200 sampling data. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

5kg. Namun apabila dikaji lebih dalam yaitu dengan mencari nilai simpangan baku (standart deviasi) pada masing masing metode, maka diperoleh hasil seperti yang tertampil didalam Tabel 3. Adapun rumus standart deviasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Standard Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$



Gambar 5. Grafik Pengujian Metode SMA,WMA dan EMA

Pada Tabel 3, dapat dilihat kemampuan redaman metode SMA, WMA dan EMA memiliki kemampuan yang hampir sama dalam mengolah sinyal *load cell*

Keterangan:

x = nilai data

$\bar{x}$ = nilai rata-rata data

n = banyak data

Tabel 3: Standard Deviasi SMA, WMA dan EMA

Sampling	S. SMA	S. WMA	S. EMA
1-10	9,12	9,042	9,12
11-20	0,17	0,13	0,14
21-30	0,47	0,43	0,35
31-40	0,25	0,28	0,41
41-50	1	1	0,80
51-60	0,72	0,73	0,74
61-70	0,53	0,52	0,40
71-80	0,2	0,2	0,21
81-90	1,05	1,08	1,20
91-100	0,79	0,77	0,66
101-110	0,27	0,27	0,33
111-120	0,12	0,13	0,31
121-130	0,69	0,71	0,95
131-140	1	1,00	1,10
141-150	0,3	0,29	0,28
151-160	1,17	1,17	1,20

Tabel 3 (Lanjutan): Standard Deviasi SMA, WMA dan EMA

Sampling	S. SMA	S. WMA	S. EMA
161-170	0,32	0,32	0,45
171-180	0,63	0,65	0,676
181-190	0,9	0,91	0,92
191-200	0,3	0,30	0,34
Rata-rata	1	0,996	1,03

Pada Tabel 3 dapat dilihat nilai standard deviasi metode SMA, WMA dan EMA. Nilai rata-rata standard deviasi metode *Weighted Moving Average* 200 sampling data memiliki nilai terkecil dari ketiga metode tersebut yaitu 0,996 sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *Weighted Moving Average* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam meredam osilasi sinyal *load cell* 5kg yaitu dengan nilai rata-rata standard deviasi 200 sampling data sebesar 0,996.

3.2 Penentuan Titik Referensi pada Load Cell 5kg.

Pada penelitian sebelumnya, pencarian titik referensi dilakukan dengan menggunakan metode

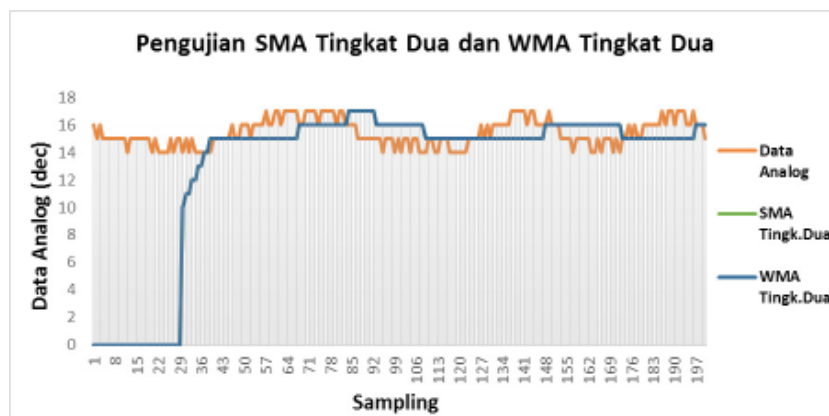
Simple Moving Average Tingkat Dua dan *Weighted Moving Average* Tingkat Dua. *Exponential Moving Average* tidak digunakan dalam pencarian titik referensi. Hal ini dikarenakan memiliki respon yang lebih lambat dibandingkan dengan metode *Simple Moving Average* dan *Weighted Moving Average* (Sulistyanto, Wahyunggoro, & Cahyadi, 2015). Hasil pengujian *load cell* 5kg dalam pencarian titik referensi menggunakan metode *Simple Moving Average* Tingkat Dua dan *Weighted Moving Average* Tingkat Dua pada 90 sampling data dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil pengujian SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua pada 200 sampling data, dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 4: Pengujian Metode SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua pada Load Cell 5kg.

Sampling	Data Analog	SMA Tingk. Dua	WMA Tingk. Dua	Sampling	Data Analog	SMA Tingk. Dua	WMA Tingk. Dua
1	16	0	0	21	15	0	0
2	15	0	0	22	14	0	0
3	16	0	0	23	14	0	0
4	15	0	0	24	14	0	0
5	15	0	0	25	14	0	0
6	15	0	0	26	15	0	0
7	15	0	0	27	14	0	0
8	15	0	0	28	15	0	0
9	15	0	0	29	15	0	0
10	15	0	0	30	14	10	10
11	15	0	0	31	15	11	11
12	14	0	0	32	14	11	11
13	15	0	0	33	15	12	12
14	15	0	0	34	14	12	12
15	15	0	0	35	14	13	13
16	15	0	0	36	14	13	13
17	15	0	0	37	14	14	14
18	15	0	0	38	14	14	14
19	15	0	0	39	14	15	15
20	14	0	0	40	15	15	15

Tabel 4 (Lanjutan): Pengujian Metode SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua pada *Load cell* 5kg.

Sampling	Data Analog	SMA Tingkat. Dua	WMA Tingkat. Dua	Sampling	Data Analog	SMA Tingkat. Dua	WMA Tingkat. Dua
41	15	15	15	66	17	15	15
42	15	15	15	67	17	15	15
43	15	15	15	68	16	16	16
44	15	15	15	69	16	16	16
45	15	15	15	70	17	16	16
46	16	15	15	71	17	16	16
47	15	15	15	72	17	16	16
48	15	15	15	73	17	16	16
49	16	15	15	74	16	16	16
50	16	15	15	75	17	16	16
51	16	15	15	76	17	16	16
52	15	15	15	77	17	16	16
53	16	15	15	78	17	16	16
54	16	15	15	79	17	16	16
55	16	15	15	80	16	16	16
56	16	15	15	81	17	16	16
57	17	15	15	82	17	16	16
58	16	15	15	83	16	16	16
59	16	15	15	84	16	17	17
60	17	15	15	85	16	17	17
61	17	15	15	86	16	17	17
62	16	15	15	87	15	17	17
63	17	15	15	88	15	17	17
64	17	15	15	89	15	17	17
65	17	15	15	90	15	17	17



Gambar 6. Grafik Pengujian Metode SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua pada *Load Cell* 5kg.

Pada Tabel 4 dapat dilihat kemampuan SMA Tingkat Dua dan WMA Tingkat Dua memiliki kemampuan yang sama dalam menentukan titik referensi. Hal ini dapat dilihat mulai sampling ke-30 sampai dengan sampling ke-90, kedua metode

tersebut memberikan hasil yang sama. Pada pengujian 200 sampling data (ditunjukkan pada Gambar 6), metode *Simple Moving Average* Tingkat Dua dan *Weighted Moving Average* Tingkat Dua memiliki hasil yang sama.

4. KESIMPULAN

Sinyal *load cell* 5kg berosilasi sangat tinggi dan bervariasi. metode *Weighted Moving Average* mampu meredam osilasi yang dihasilkan dengan cukup baik yaitu dengan nilai standard deviasi 0,996 dibandingkan dengan metode *Simple Moving Average* dan *Exponential Moving Average*.

Penentuan titik referensi pada sinyal *load cell* 5kg dapat dilakukan dengan metode *Simple Moving Average* Tingkat Dua dan *Weighted Moving Average* Tingkat Dua dan kedua metode tersebut memiliki kemampuan yang sama dalam penentuan titik referensi pada sinyal *load cell* 5kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. 2016. Arduino Nano. Retrieved from <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>.
- Bridge, T. 1998. INA125 With Precision Voltage Reference q Pressure and Temperature Bridge q General Purpose Instrumentation, 6133(520).
- Hamrita, T. K., Vellidis, G., & Kvien, C. D. P. D. L. T. C. K. 2000. Noise Reduction in a *Load cell* Based Peanut Yield Monitor Using Digital Signal Processing Techniques, 1008-1015.
- Jogjarobotika. 2015. *Load cell* 5KG. Retrieved from http://jogjarobotika.com/loadcell-5kg?search_query=load+cell&results=9
- Secundo Lee & Deny Rahardjo. (2011). *The "Lazy" Way of Forex Trading* (1st editio., pp. 65-69). Yogyakarta: Pohon Cahaya.
- Seedstudio. (n.d.). Weight Sensor (*Load cell*) 0-500g. Retrieved December 3, 2014, from <http://www.seedstudio.com/depot/Weight-Sensor-Load-Cell-0500g-p-525.html>
- Sulistyanto, P., Wahyunggoro, O., & Cahyadi, A. I. 2015a. "Pengolahan Isyarat *Load Cell* Sen128a3b Menggunakan Metode Moving Average". *Seminar nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2015*, (4), 6-8.
- Sulistyanto, P., Wahyunggoro, O., & Cahyadi, A. I. 2015b. Pengolahan Isyarat *Load cell* Menggunakan Metode *Simple Moving Average* Tingkat Dua dan *Weighted Moving Average* Tingkat Dua untuk Pencarian Titik Referensi. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) Universitas Islam Indonesia*, 31-35.
- Thomas, Johan, K., & Henhy. 2008. Sistem pengukur berat dan tinggi badan menggunakan mikrokontroler at89s51. *TESLA*, 10, 79-84.
- Utami Hidayani, T., & Miharani, T. 2013. Rancang Bangun Timbangan Buah Digital Dengan. *AMIK GI MDP*.