

# Penimbangan Volume Bejana Ukur Standar pada Pompa Ukur Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan Metode Gravimetri

<sup>1,3</sup>Irawati Dewi Syahwir, <sup>2</sup>Agus Samsi, <sup>1</sup>Ni Made Adinda Pradnya Putri, <sup>1</sup>Ni Ayu Miftah Nurani

<sup>1</sup>Akademi Metrologi dan Instrumentasi

<sup>2</sup>Institut Teknologi Bandung

<sup>3</sup>Direktorat Metrologi

\*[irawatidewisyahwir@gmail.com](mailto:irawatidewisyahwir@gmail.com), [samsisridara@gmail.com](mailto:samsisridara@gmail.com), [adindapradnya17@gmail.com](mailto:adindapradnya17@gmail.com),  
[niayumiftah19@gmail.com](mailto:niayumiftah19@gmail.com)

## Abstrak

Bejana Ukur Standar (BUS) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur volume seperti volume bahan bakar minyak di SPBU. Ketelusuran standar BUS adalah dengan metode penimbangan, sehingga kesalahan akan bertambah karena banyaknya rantai ketelusuran, sehingga pengujian dengan timbangan 3 load cell dengan metode gravimetri perlu untuk mengurangi kesalahan menggunakan BUS yang disebabkan kesalahan pembacaan, pemuatan bahan, kemiringan posisi dan faktor lainnya. Timbangan ini memberikan hasil berupa volume sehingga pengguna tidak perlu mengkonversi dari massa ke volume secara manual. Hal ini tentu saja akan mempermudah pekerjaan secara efektif dan efisien. Pengujian timbangan dengan 3 load cell ini menggunakan BUS 5 liter dengan hasil pengujian volume rata-rata terbaca sebesar 5008,26 mL, nilai standar deviasi sebesar 5,49 mL, nilai bias sebesar -8,26 mL, nilai akurasi sebesar 99,51%, nilai presisi sebesar 99,67% dan nilai kesalahan sebesar 0,49%.

*Keyword: Load cell, Timbangan, Volume, Bensin, Gravimetri, Densitas, Hidrometer*

## 1 Pendahuluan

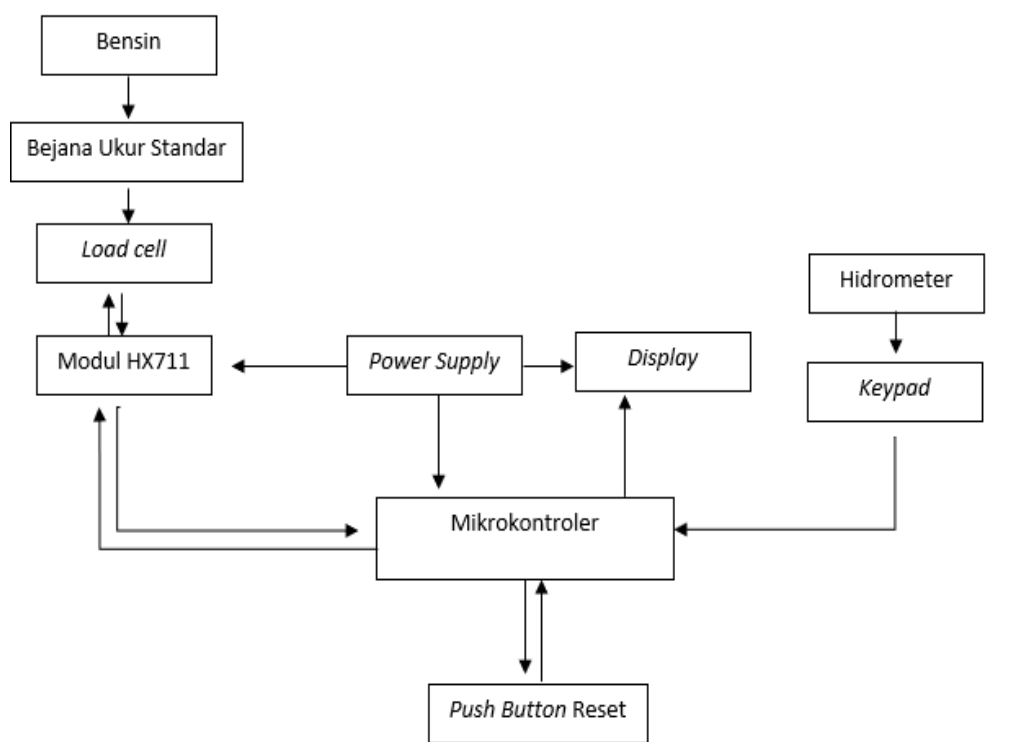
Standar uji yang digunakan pengujian dalam tera dan tera ulang pompa ukur BBM (Bahan Bakar Minyak) pada SPBU adalah BUS yang merupakan alat ukur volume statis. Untuk mengetahui volume sebenarnya pada bejana ukur dapat dilakukan pengujian dengan metode volumetri atau gravimetri. Pengujian menggunakan metode volumetri dengan cara menakar menggunakan alat ukur volume sejenis atau alat ukur lain dengan volume yang lebih kecil. Sedangkan pengujian menggunakan metode gravimetri dilakukan dengan cara penimbangan. Penggunaan BUS untuk kegiatan tera atau tera ulang pompa ukur BBM dilakukan pada fluida bensin jenis pertalite. Pada penelitian ini dibuat prototipe timbangan dengan 3 *load cell* yang keluarannya berupa volume dimana nilai massa bensin pada BUS akan dikonversi menjadi volume sebenarnya. Timbangan akan mengukur massa dari BUS dan fluida di dalam BUS dengan selisih massa BUS dan Fluida BUS dengan mengukur nilai densitas fluida menggunakan hydrometer. Setelah nilai massa dan densitas yang telah diperoleh, maka mikrokontroler akan melakukan perhitungan hingga dihasilkan nilai volume sebenarnya dari bensin yang ada di dalam BUS. Timbangan akan menampilkan nilai volume dari bensin melalui LCD (*Liquid crystal display*).

## 2 Metodologi

Desain riset ini menggunakan 3 buah load cell dengan kapasitas masing-masing load cell sebesar 20 kg yang dapat mengukur perubahan beban akibat bensin yang dituang ke dalam BUS. Load cell dihubungkan ke modul HX711 yang berfungsi sebagai *Analog to Digital Converter* (ADC) dan penguat dengan *Integrated Amplifier* yang menyediakan gain maksimal 128. Dalam prototipe ini Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler untuk mengatur jalannya program timbangan dan memproses input perubahan massa dari bensin dalam BUS dan nilai densitas bensin menjadi nilai volume bensin sebenarnya yang ada di dalam BUS. Keypad berfungsi untuk memasukkan nilai hasil pengukuran hidrometer ke dalam perhitungan untuk mengetahui volume aktual bensin. Setelah itu hasilnya akan ditampilkan melalui *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2 I2C. Push button adalah sebuah saklar yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran arus listrik dan terdapat *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO). Pada prototipe ini, *breadboard power supply* akan memberikan tegangan melalui breadboard kepada 3 load cell, LCD 16x2 dan Arduino Uno. Lalu, digunakan *power supply* dengan tegangan 5V 1A.

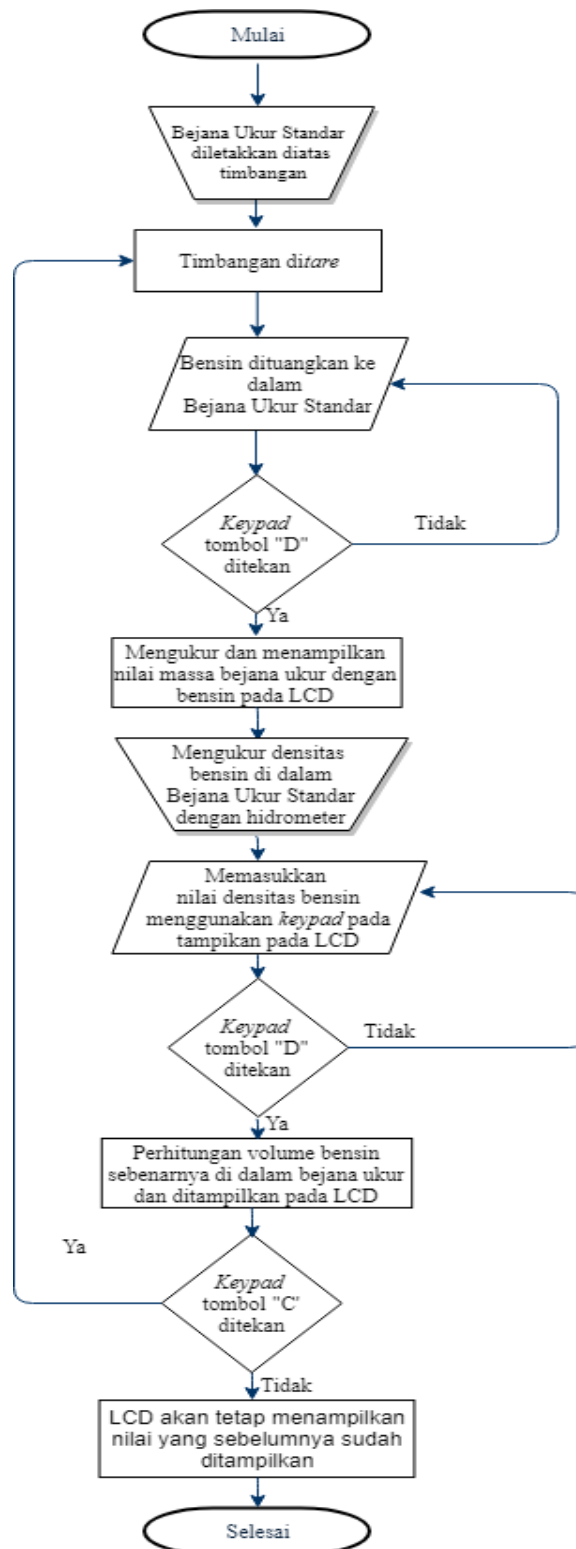
## 2.1 Prinsip Kerja Prototipe Timbangan

Prinsip kerja prototipe ini ditunjukkan pada gambar 1 yaitu ketika bejana ukur diberi bensin, masing-masing load cell akan mengukur perubahan beban yang terjadi. Untuk mengkonversi massa bensin menjadi nilai volume, diperlukan nilai densitas sesuai dengan keadaan lingkungan saat pengujian, sehingga dilakukan pengukuran densitas bensin menggunakan hidrometer ketika pengujian dilakukan. Nilai densitas ialah input kedua dalam prototipe timbangan. Setelah nilai massa dan nilai densitas diketahui, maka dilakukan perhitungan konversi untuk mengubah nilai massa bensin menjadi volume sebenarnya.



Gambar 1. Diagram blok pengukuran volume bensin.

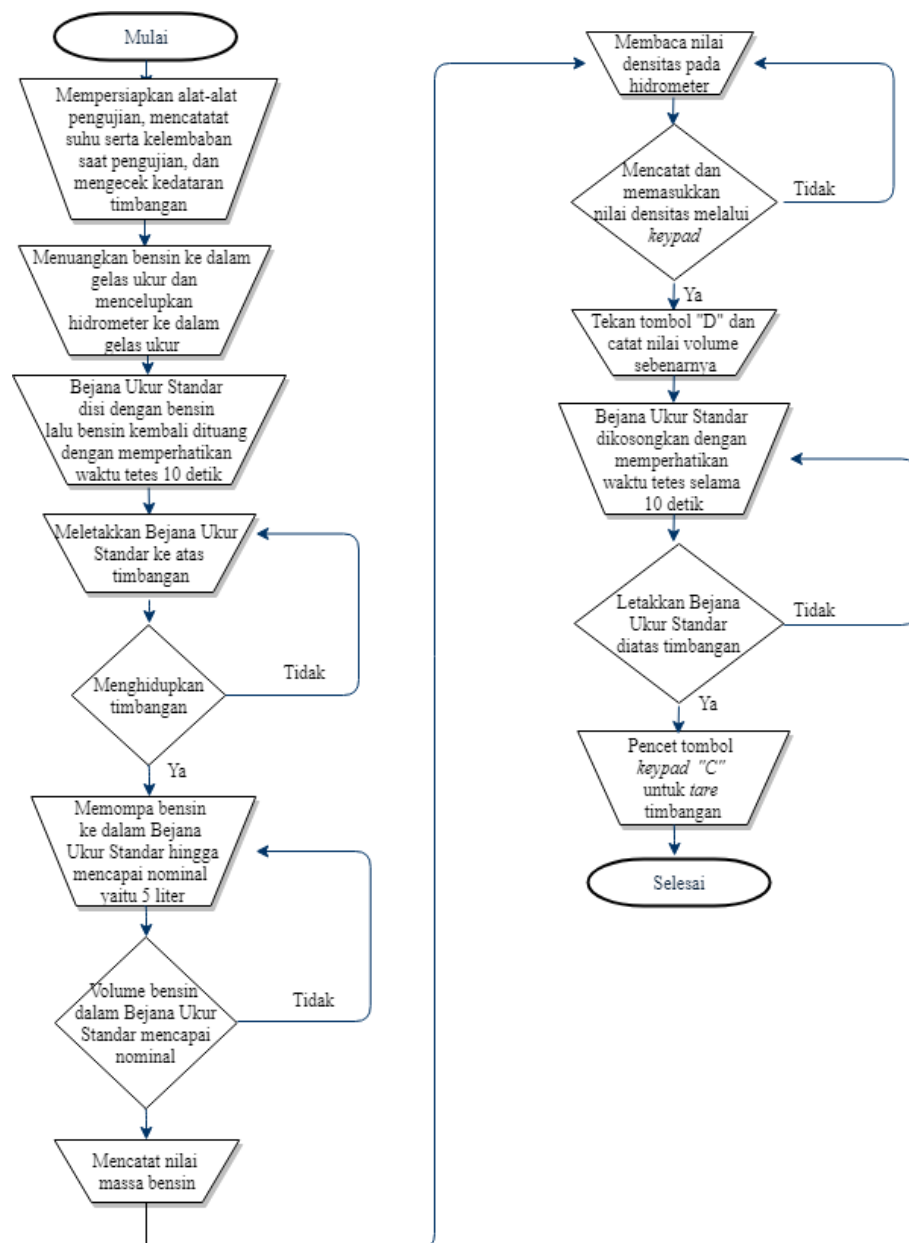
Sistem kerja prototipe dapat dilihat pada gambar 2, dimana BUS diletakkan pada timbangan, timbangan di tare agar penunjukannya menjadi nol, BUS diisi dengan bensin, tekan tombol sehingga timbangan mengukur massa BUS, dan ukur densitas bensin dengan hidrometer, masukkan nilai densitasnya ke timbangan, tekan tombol maka timbangan menampilkan hasil penimbangan.



Gambar 2. Flow chart prototipe timbangan.

## 2.2 Prosedur Pengujian Prototipe

Pengujian prototipe timbangan dilakukan sesuai dengan gambar 3 dengan menyesuaikan banyaknya pengulangan data yang diambil ketika pengujian dilakukan.



Gambar 3. Flowchart prosedur pengujian timbangan.

Pengujian timbangan dengan 3 *load cell* sebagai alat uji PU BBM dilakukan menggunakan BUS kapasitas 5 liter dan bensin jenis *pertalite*. Pengujian dilakukan dengan menimbang massa bensin yang terdapat di dalam BUS. Kedataran timbangan diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan bahwa timbangan sudah datar. Bensin *pertalite* masukkan ke dalam BUS dengan menggunakan pompa dan selang agar BUS menjadi basah, kemudian bensin dipompa dari bejana ukur ke dalam jerigen dengan memperhatikan waktu tetes selama 10 detik, hal ini dikarenakan metode yang digunakan pada pengujian ini adalah metode basah. Bensin *pertalite*

dimasukkan ke gelas ukur dan memasukkan hidrometer ke dalam gelas ukur yang telah berisi bensin untuk mengetahui nilai densitas bensin pada suhu ketika pengujian dilakukan. BUS diletakkan diatas timbangan, kemudian timbangan dihidupkan. Ketika timbangan dihidupkan, timbangan sudah otomatis melakukan tare untuk BUS yang sudah diletakkan di atas timbangan. Bensin pertalite Kembali dipompa ke dalam BUS hingga mencapai skala nominal BUS. Setelah BUS terisi bensin, keypad tombol "D" ditekan agar LCD menampilkan hasil pengukuran massa bensin. Kemudian, lakukan pembacaan nilai densitas pada hidrometer, setelah mengetahui nilai densitas maka nilai densitas dapat diinput secara manual melalui keypad. Tombol "D" pada keypad Kembali ditekan setelah memasukkan nilai densitas hingga LCD akan menampilkan volume yang diperoleh.

### 3 Analisis dan Pembahasan

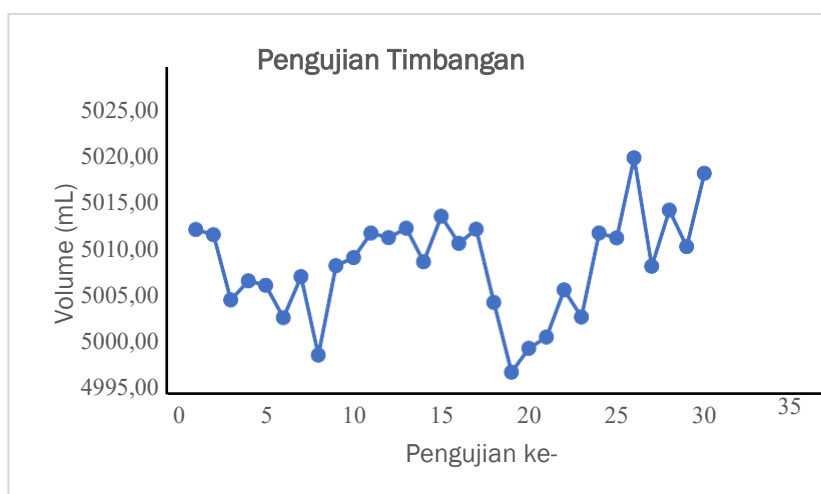
Pengujian timbangan dengan 3 load cell menggunakan BUS kapasitas 5liter dengan fluida bensin dilakukan pada suhu ruangan 20.35°C dan kelembaban 50,5%. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali pengulangan.

Tabel 1. Hasil pengujian timbangan dengan 3 load cell

No	Massa Bensin	Densitas	Volume Terbaca
	Mb	Rb	Vb
	(g)	kg/m <sup>3</sup>	mL
1	3703,47	740	5012,07
2	3703,05	740	5011,50
3	3700,38	740,5	5004,50
4	3701,89	740,5	5006,54
5	3701,52	740,5	5002,58
6	3698,96	740,5	5007,00
7	3702,23	740,5	4998,57
8	3696,00	740,5	5008,16
9	3703,09	740,5	5009,04
10	3703,74	740,5	5011,67
11	3705,68	740,5	5011,18
12	3705,32	740,5	5012,19
13	3706,07	740,5	5008,58
14	3703,40	740,5	5013,48
15	3707,02	740,5	5010,56
16	3704,86	740,5	5012,10
17	3706,00	740,5	5004,23
18	3700,18	740,5	4996,73
19	3694,64	740,5	4999,29
20	3696,53	740,5	5000,51
21	3699,93	741	5005,58
22	3703,68	741	5002,66
23	3701,52	741	5011,68
24	3708,20	741	5011,14
25	3707,80	741	5019,77

26	3714,18	741	5008,09
27	3705,54	741	5014,14
28	3710,02	741	5010,22
29	3707,12	741	5018,09
30	3712,94	741	5008,26
$V_b$ rata-rata			5008,26
Standar Deviasi			5,49

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan BUS kapasitas 5 liter dan bensin pertalite tampak pada tabel 1 dan gambar 4, diperoleh rata-rata volume terbaca sebesar 5008,26 mL dan nilai standar deviasi sebesar 5,49 mL. Dengan bias sebesar -7,29 mL, nilai akurasi sebesar 99,52%, nilai presisi sebesar 99,67%, dan nilai kesalahan sebesar 0,48%. BUS yang digunakan belum dilakukan kalibrasi sebelumnya sehingga nilai volume terbaca hanya dibandingkan dengan kapasitas nominal BUS yaitu 5000 mL



Gambar 4. Grafik pengujian timbangan.

Hasil karakteristik pengukuran dari pengujian prototipe timbangan dengan 3 *load cell* sebagai alat uji PU BBM ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Karakteristik Hasil Pengujian Prototipe Timbangan dengan 3 Load Cell

Bias (mL)	Akurasi (%)	Presisi (%)	Kesalahan (%)
-8,26	99,51	99,67	0,49

Dari pengujian yang telah dilakukan, terdapat selisih sebesar 8,26 mL. Pengujian yang dilakukan tidak dengan menuangkan bensin langsung dari PU BBM, melainkan masih menggunakan bensin dari dalam jerigen dipompa ke dalam BUS dan disesuaikan dengan nominal BUS. Maka, selisih hasil pengujian dibandingkan dengan Batas Kesalahan yang Diizinkan (BKD) dari BUS yaitu sebesar  $\pm 2,5$  mL. Diperoleh hasil pengujian prototipe timbangan melebihi nilai BKD BUS.

Adanya perbedaan nilai antara volume dari BUS dengan rata-rata hasil pengujian dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu pengaruh penguji, peletakan BUS pengaruh lingkungan, wiring, keterbatasan sensor, dan lain-lain.

## 4 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah prototipe timbangan dengan 3 *load cell* memiliki nilai rata-rata kesalahan sebesar 21,27 gram atau 0,29%, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 1 dan standar deviasi sebesar 5,20 gram. Prototipe timbangan pengkonversi massa menjadi volume telah digunakan untuk menentukan volume bensin sebenarnya dalam BUS kapasitas 5 liter dengan 30 kali pengulangan. Rata-rata volume terbaca yang diperoleh yaitu sebesar 5008,26 mL dengan standar deviasi 5,49 mL. Prototipe timbangan memiliki bias sebesar -8,26 mL, nilai akurasi sebesar 99,51%, nilai presisi sebesar 99,67% dan nilai kesalahan sebesar 0,49%. Prototipe timbangan ini menampilkan volume bensin sebenarnya

## 5 Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Akademi Metrologi dan Instrumentasi, Pusat Pengembangan Sumber Daya Kemetrolgian dan Direktorat Metrologi

## 6 Referensi

- [1] Andersen. J.E.T., "Understanding Uncertainty to Weighing by Electronic Analytical Balance", *Journal of AOAC International*, vol 101, no.6, 2018.
- [2] Keputusan Direktur Jenderal Standarisasi dan Perlindungan Konsumen, Nomor 131/2-K/KEP/10/2015, tentang Syarat teknis timbangan bukan otomatis. Available: <http://ppsdk.kemendag.go.id/v2/syarat-dan-petunjuk-teknis-kemetrologian/>.
- [3] Jufri, W., Hikmah, U., Sektiono, M,W,A., Lestari, R., Anwar, Z., Hendro, "Rancang Bangun Neraca Digital untuk Mengetahui Massa Material Penyusun Alloy" dalam Prosiding SKF 2016, hal 457-464, 2016. Keputusan DIRJEN Standardisasi dan Perlindungan Nomor 143/SPK/KEP/10/2015 tentang Meter Bahan Bakar Minyak dan Pompa Ukur Elpiji, Available : <http://ppsdk.kemendag.go.id/v2/syarat-dan-petunjuk-teknis-kemetrologian/>.  
Keputusan DIRJEN Perdagangan Dalam Negeri Nomor 23/PDN/KEP/3/2010 tentang Syarat Teknis Bejana Ukur. Available : <http://ppsdk.kemendag.go.id/v2/syarat-dan-petunjuk-teknis-kemetrologian/>.
- [4] Maha., A.I, "Konstruksi Timbangan Digital Menggunakan Load Cell Berbasis Arduino Uno dengan Tampilan LCD (Liquid Crystal Display)," Tugas Akhir, Universitas Negeri Medan, 2017.
- [5] Organisation Internationale de Metrologie Legale (OIML), International Recommendation, OIML R111
- [6] R. Arif Tri Rahmawanto., Elok Hardiyati Rusnindy, Muhammad Arrofiq Pengembangan, "Timbangan Buah Digital berbasis Mikrokontroler Atmega16", dalam Simposium Nasional RAPI XIII-2014FT UMS, 2014.
- [7] Sollins, Phillip, Gregg.W Jillian, "Soil Organic Matter Accumulation in Relation to Changing Soil Volume, Mass and Structure: Concepts and Calculations", *Journal Geoderma*, vol 301, Hal 60-71, 2017.