

Sistem Kontrol Timbangan Sampah Non Organik Berbasis Load Cell dan ESP32

Dedy Atmajaya¹, Nia Kurniati², Yulita Salim³,
Wistiani Astuti⁴, Purnawansyah⁵

^{1,2,3,4,5}Fakultas Ilmu Komputer
^{1,2,3,4,5}Universitas Muslim Indonesia

dedy.atmajaya@umi.ac.id, nia.kurniati@umi.ac.id, yulita.salim@umi.ac.id,
wistiani.astuti@umi.ac.id, purnawansyah@umi.ac.id

Jl. Urip Sumoharjo Km.5, Makassar 90231, Indonesia

Abstrak

Salah satu permasalahan penting untuk diperhatikan dalam kehidupan manusia adalah sampah. Yaitu bagaimana cara penanganan sampah yang berada dilingkungan kita, baik dilingkungan skala kecil, menengah, hingga yang berskala besar. Berdasarkan sifatnya sampah dikategorikan menjadi dua jenis yaitu sampah organik dan sampah non organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol timbangan pada jenis sampah non organik yang menghasilkan data digital untuk penanganan pengelolaan sampah yang lebih kompleks. Dalam pengembangan sistem digunakan metode eksperimen, yaitu menggabungkan antara sistem control dan website bank sampah. *Control device* timbangan sampah yang dikembangkan menggunakan komponen utama *load cell*, HX711 dan LCD serta esp32. Hasil penelitian sistem kontrol timbangan sampah ini memberikan informasi berat sampah non organik dengan berat maksimal sampai dengan 30kg yang ditampilkan melalui layar lcd.

Kata kunci: esp32, hx711, *load cell*, sampah non organik, timbangan sampah.

1 PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu sumber permasalahan yang sangat krusial yang sering terjadi baik dilingkungan skala kecil, menengah maupun berskala besar. Pertumbuhan jumlah penduduk, perubahan gaya hidup serta dinamika kegiatan masyarakat mengakibatkan bertambahnya jumlah timbunan, keberagaman, dan karakteristik sampah. Menurut Chandra (2006) sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai yang dibuang dan tidak terjadi dengan sendirinya. Saat ini pemerintah Makassar berupaya melakukan pendekatan kembali kepada masyarakat akan kebersihan kota dan pentingnya sampah dengan tujuan mereduksi sampah yang dihasilkan. Berdasarkan sifatnya sampah dibagi dalam dua jenis, yaitu sampah organik dan non organik. Sampah non organik (sampah kering) merupakan sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan non hayati yang dapat menimbulkan rusaknya lingkungan

dalam jumlah besar. Sebaliknya jika sampah non organik dapat dikelola dengan baik maka, dapat menjadi suatu nilai tambah yang bermanfaat.

Upaya yang dilakukan dalam mengurangi sampah dan meningkatkan kualitas organisasi bank sampah dimulai dari tingkat rw (rukun warga), kecamatan, kelurahan hingga ke bank sampah perkantoran. Sistem pengelolaan sampah non organik secara kolektif dilakukan melalui bank sampah. Bank Sampah berperan sebagai *dropping point* bagi produsen untuk produk dan kemasan produk yang masa pakainya telah usai. Hasil perhitungan statistik tentang perkembangan Bank Sampah di Indonesia pada bulan Februari 2012 yaitu sebanyak 471 buah jumlah Bank Sampah. Bank Sampah yang sudah berjalan dengan jumlah penabung yaitu sebanyak 47.125 orang dan jumlah sampah yang terkelola adalah 755.600 kg/bulan dengan nilai perputaran uang sebesar Rp.1.648.320.000 perbulan. Angka statistik ini meningkat menjadi 886 buah Bank Sampah berjalan sesuai data bulan Mei 2012, dengan penabung sebanyak 84.623 orang dan jumlah sampah yang terkelola sebesar 2.001.788 kg/bulan serta menghasilkan uang sebesar Rp. 3.182.281.000 perbulan (Profil Bank Sampah: 2012).

Pengelolaan sampah yang benar dapat menjadi sesuatu yang bermanfaat dan memiliki nilai ekonomi. Upaya-upaya cerdas, efisien dan terprogram sangat diperlukan dalam rangka pengurangan sampah yang bertujuan agar seluruh lapisan masyarakat, pemerintah, maupun dunia usaha menerapkan *Reduce, Reuse dan Recycle* (Utami, E. 2013). Pemerintah kota Makassar saat ini membutuhkan partisipasi langsung dari masyarakat dalam penanganan pengelolaan persampahan. UPTD Pengelolaan daur ulang sampah adalah unit pelaksana tugas Dinas Pertamanan dan Kebersihan kota Makassar yang dibentuk berdasarkan peraturan walikota Makassar No. 63 Tahun 2014 tanggal 29 Desember 2014, yang bertindak sebagai Bank Sampah Pusat kota Makassar. Diawali dengan gerakan Makassar *Green and Clean* (MGC) pada tahun 2012 serta dengan terbitnya Permen No. 13 Tahun 2012 tentang Penanganan pengelolaan sampah berbasis 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) melalui mekanisme Bank Sampah maka tercatat telah terbentuk 100 lebih Bank Sampah Unit yang tersebar di 14 Kecamatan.

Sejak tahun 2014 pemerintah Kota Makassar melalui Bagian Sampah Unit (BSU) telah menerima sampah non organik dari warga Kota Makassar. Pencatatan dan penimbangan sampah non organik yang telah dikumpulkan masih dilakukan secara manual. Jumlah sampah yang dikumpulkan oleh warga dicatat dalam sebuah buku rekening tabungan sampah yang dipegang oleh warga. Sementara untuk penimbangan sampah masih dilakukan secara manual. Timbangan adalah alat yang dipakai untuk melakukan uji coba pengukuran berat dari suatu benda. Khakim (2015) Timbangan terdiri dua kategori yaitu, timbangan dengan sistem mekanik/analog dan sistem elektronik/digital. Timbangan manual, yaitu jenis timbangan biasa yang bekerja secara manual melalui perantara manusia yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan, timbangan digital, yaitu jenis timbangan yang dapat bekerja secara elektronik dan otomatis dengan input arus listrik dan indikatornya berupa angka digital yang ditunjukkan pada layar LCD.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya yaitu, Arifin dkk. (2011) merancang timbangan digital menggunakan *load cell* berbasis mikrokontroler AT89S51 dan LCD sebagai penampil dari hasil pengukuran. Sementara Hidayani (2013) merancang alat timbang digital dengan menentukan alat berat dan harga. Purnamasari (2013) melalui teknologi sensor *flexyforce* mengukur berat objek dan menghasilkan suara. Hasil pengujian diperoleh nilai kesalahan rata-rata sebesar 4.32%. Yandra dkk. (2016) membuat prototipe menggunakan mikrokontroler ATmega328 dalam mengukur massa, gaya berat dan massa jenis. Sementara pada penelitian Wahyudi dkk. (2017) menggunakan *load cell* dalam mengukur dan menguji berat buah.

Penelitian ini mengembangkan sistem kontrol timbangan sampah non organik dengan merancang dan membuat *prototype* timbangan digital khusus untuk sampah non organik. Uji coba yang dilakukan menggunakan sensor *load cell* dan ESP32. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berat suatu benda yang kemudian akan disinkronisasi dengan aplikasi bank sampah.

1.1 Load Cell

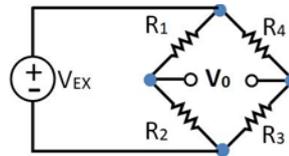
Load cell adalah *tranduser* yang digunakan untuk mengubah tekanan menjadi sinyal elektrik. *Load cell* dapat memberikan pengukuran yang akurat dari gaya dan beban (gambar 1). *Load cell* digunakan untuk mengkonversikan regangan pada logam ke data dalam variabel.



Gambar 1: *Load Cell*

Pada umumnya *Load Cell* terdiri dari empat *strain gauges* dalam *wheatstone bridge configuration* (lihat gambar 2), tetapi ada juga yang terdiri dari satu atau dua *strain gauges*. Sinyal output elektrik biasanya direpresentasikan dalam milivolt dan memerlukan penguatan oleh instrumen *amplifier* sebelum dapat digunakan. Besarnya V_o (sinyal output) diuraikan seperti pada persamaan 1.

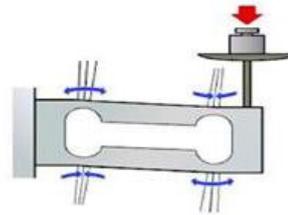
$$V_o = \left[\frac{R_3}{R_3+R_4} - \frac{R_2}{R_1+R_2} \right] * V_{ex} \quad (1)$$



Gambar 2: *Wheatstone Bridge*

1.2 *Strain Gauge*

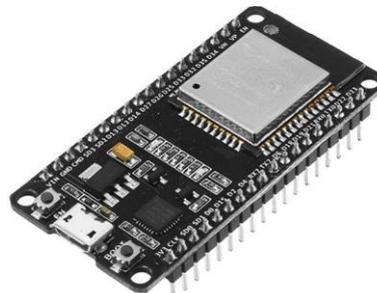
Strain gauge adalah sensor yang mengukur berbagai tekanan yang diterima (gambar 3). *Strain gauge* merubah kekuatan tekanan, ketegangan, berat dan lain- lain, ke dalam bentuk tahanan elektrik yang dapat diukur (Souwmpie dkk., 2012).



Gambar 3: *Strain gauge*

1.3 ESP32 Series

ESP32 adalah *chip combo WiFi* dan *Bluetooth 2,4 GHz* tunggal yang dirancang dengan TSMC ultra *low power* 40 nm teknologi (gambar 4). ESP32 dirancang untuk mencapai kinerja daya dan RF terbaik, menghasilkan ketahanan, keserbagunaan dan keandalan dalam berbagai aplikasi dan skenario daya.



Gambar 4: ESP32

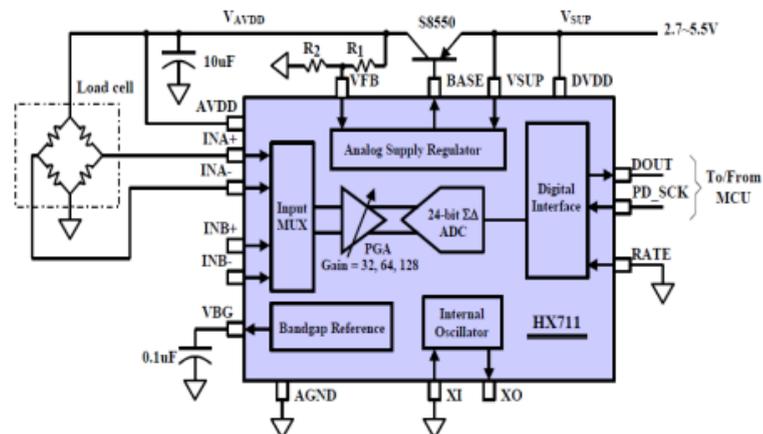
Fitur Utama ESP32:

- CPU and Memory: Xtensa 32-bit LX6 Dual-core processor, up to 600 DMIPS.
- 448 KByte ROM
- 520 KByte SRAM
- 16 KByte SRAM in RTC.

- QSPI can connect up to 4* Flash/SRAM, each flash should be less than 16 Mbytes.
- Supply Voltage: 2.2V~3.6V
- WiFi
- 802.11 b/g/n/e/i
- 802.11 n (2.4 GHz), up to 150 Mbps
- 802.11 e: QoS for wireless multimedia technology.
- Bluetooth
- Compliant with Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification
- Class-1, class-2 and class-3 transmitter without external power amplifier
- Enhanced power control

1.4 HX711

HX711 terdiri dari beberapa komponen yang terintegrasi. Antara lain kapasitor, resistor, transistor dan IC HX711 yang berfungsi sebagai regulator, penguat, osilator dan luaran akhir dari HX711 berupa data digital (gambar 5). HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada.



Gambar 5: Schematic HX711

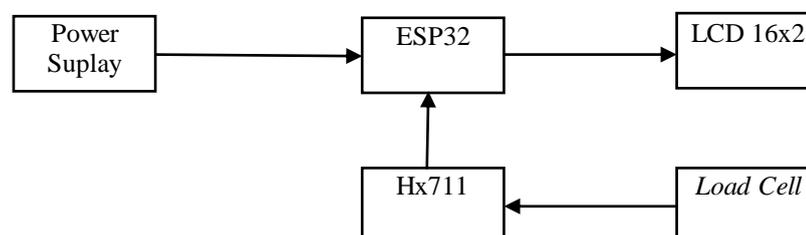
2 METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Perancangan

Penelitian ini memfokuskan pada pengembangan sistem kontrol timbangan sampah yang nantinya akan diintegrasikan dengan sistem Bank Sampah berbasis aplikasi. Adapun tahapan perancangan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Studi literatur terhadap konsep sistem kontrol berbasis *load cell* dan esp32.
- Perancangan rangkain sistem kontrol
- Uji coba rangkaian sistem kontrol.
- Pengambilan dan analisa data dari sistem kontrol.

2.2 Blok Diagram



Gambar 6: Blok Diagram

Berdasarkan Gambar 6. penjelasan masing-masing dari blok diagram adalah sebagai berikut:

1. Sensor: Sensor pergeseran yang digunakan adalah *load cell*, sensor ini berfungsi pada saat model timbangan digital diberi beban sensor yang akan mengubah pergeseran mekanis menjadi perubahan tegangan.
2. Rangkaian Pengkondisi sinyal (Hx711): Setelah Sensor (*Load Cell*) mendapat tekanan tegangan dan disesuaikan terlebih dahulu dengan rangkaian pengkondisi sinyal dengan tujuan mencari titik ukur awalnya.
3. Rangkaian ADC: Tegangan analog yang berasal dari rangkain pengkondisi sinyal diubah menjadi data digital
4. Mikrokontroler (ESP32): Data digital yang berasal dari rangkaian ADC diolah dan yang nantinya di tampilkan ke LCD
5. LCD: Sebagai penampil hasil dari pengukuran beban yang dilakukan.

Tabel 1: Piout ESP32 dan Module HX711

ESP32	Module HX711
3V3	VCC
GND	GND
GPIO 25	DT
GPIO 26	SCK

Keterangan Tabel 1:

- Pin 3V3 pada ESP32 terhubung pada pin vcc modul HX722 sebagai sumber tegangan sebesar 3,3v.
- Pin GND ESP32 terhubung pada pin GND pada module HX711 pin ground atau massa.
- GPIO 25 ESP32 terhubung pada pin SCK pada modul HX711 sebagai *shynchronization* pada ESP32 dan HX711.
- GPIO 26 terhubung pada pin DT pada HX711 sebagai pengriman pada ESP32

Tabel 2: Pinout ESP32 dan LCD I2C

ESP32	LCD I2C
GPIO 22	SCL
GPIO 21	SDA
VIN 5v	VCC
GND	GND

Keterangan Tabel 2:

- Pin Gpio 22 ESP32 terhubung pada pin ISP i2c lcd sebagai komunikasi ISP.
- Pin Gpio 21 ESP32 terhubung pada pin SDA i2c lcd Sebagai komunikasi ISP.
- Pin Vin 5v ESP32 terhubung pada pin vcc i2c lcd sebagai sumber tegangan pada i2c lcd.
- Pin GND ESP32 terhubung pada GND i2c lcd sebagai ground atau massa.

Tabel 3: *Pinout Load Cell* dan HX711

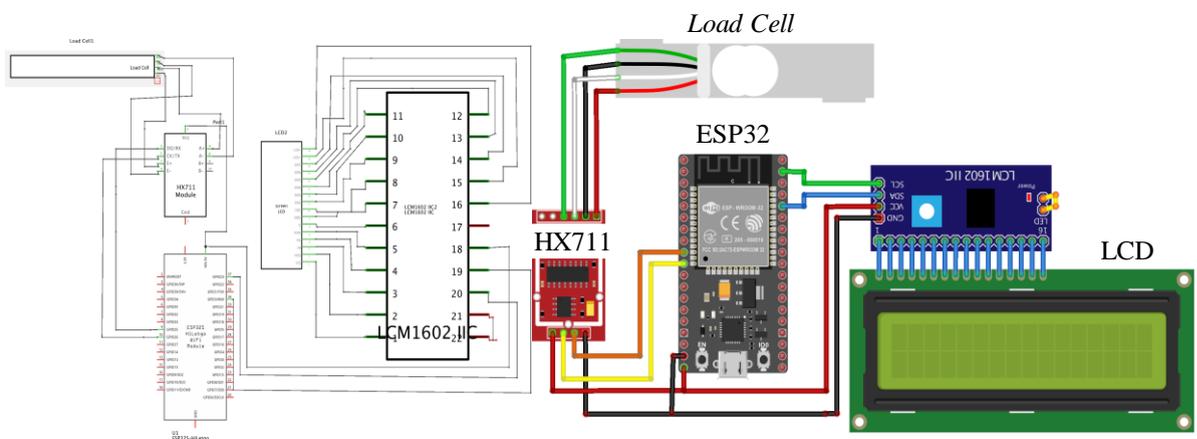
LOAD CELL	MODULE HX711
GREEN	A-
WHITE	A+
BLACK	E-
RED	E+

Keterangan tabel 3:

- Kabel GREEN *load cell* terhubung pada pin A- HX711 dan kabel WHITE terhubung pada pin A+ HX711 yg dimana berfungsi sebagai output.
- Kabel RED *load cell* terhubung pada pin E+ HX711 dan kabel BLACK terhubung pada E- dimana berfungsi sebagai input.

2.3 Perancangan Perangkat Keras

Rangkaian keseluruhan alat agar mendapatkan data berat dan ditampilkan pada lcd maka koneksi ESP32, *load cell*, lcd dan HX711 dapat dijelaskan sebagai berikut Gambar 7. Data keluaran/inputan pada kabel merah, hijau, hitam, putih yg terdapat pada sensor *load cell* di hubungkan pada pin E-, E+, A-, A+ yg terdapat pada modul HX711, pada pin vcc, gnd, dt dan sck yg terdapat pada hx711 di hubungkan pada pin 3v3, gnd, 25, 26 yg terdapat pada ESP32 agar dapat membaca data pada sensor *load cell* kemudian untuk menampilkan data pada lcd maka pin vin, 21, 22 dan gnd pada esp32 di hubungkan pada pin vcc, gnd, sda dan scl yg terdapat pada lcd.

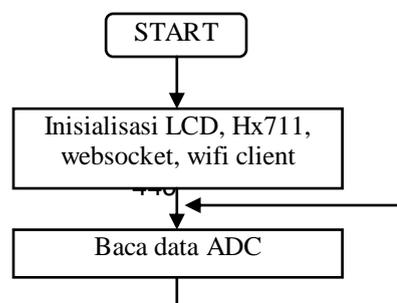


Gambar 7: Schematic dan wiring rangkaian elektronik

2.4 Perancangan Perangkat Lunak

Penelitian ini menggunakan *C programming language* sebagai bahasa pemrograman yang digunakan dan algoritma pemrogramannya seperti dibawah, flowchart disajikan pada gambar 8:

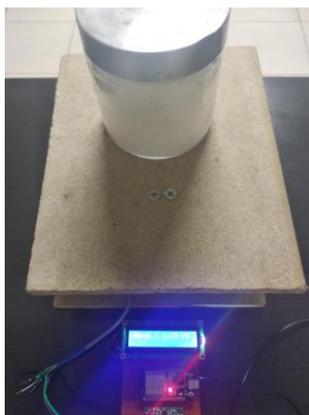
- Start (awal sistem)
- Inisialisasi LCD, hx711, *websocket*, *wifi client*.
- Baca data ADC
- Menampilkan informasi ke LCD.



Gambar 8: Flowchart program

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

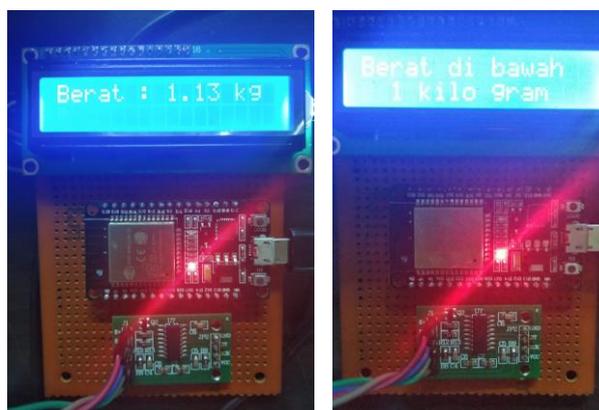
Prototype sistem kontrol timbangan sampah yang dikembangkan secara umum memiliki alur kerja sebagai berikut. Sistem kontrol ini didesain untuk menerima beban antara 1 kg sampai dengan 30 kg, hal ini sejalan dengan batas bawah yang ditetapkan Bank Sampah Unit (BSU) kota Makassar. Karena dalam satuan kilogram tersebut akan diberikan penetapan harga satuan per kilogram untuk jenis sampah non organik sesuai dengan rilis harga dari BSU kota Makassar berdasarkan kategori sampah. Desain *prototype* timbangan sampah yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Hasil Implementasi

Desain luaran ke LCD dapat dilihat pada Gambar 10 (luaran ke lcd). Informasi ini akan menampilkan secara *real-time* berat beban (sampah) yang ditimbang. Jika berat beban yang diberikan kurang dari 1 kg, maka informasi yang ditampilkan adalah “Berat dibawah 1 kilogram”. Namun jika beban (sampah) yang diberikan lebih dari 1 kilogram maka informasi yang ditampilkan sesuai dengan berat beban (sampah) ditampilkan sesuai dengan berat nyata dari beban tersebut dengan dua angka desimal dibelakangnya (Contoh: 1,14 kg).

Dalam pengembangan ke depan sistem timbangan sampah ini akan diintegrasikan ke dalam aplikasi bank sampah yang sedang dalam tahap pengembangan aplikasi. Sehingga nantinya nasabah BSU, ketika ingin melakukan tabungan sampah semua tercatat secara elektronik melalui aplikasi tersebut.



Gambar 10: LCD Display

4 KESIMPULAN

Dengan demikian, sistem yang diusulkan untuk mengukur berat sampah dari hasil menggunakan sistem yang dikembangkan dapat menghasilkan data yang sesuai. Sistem timbangan ini didesain untuk berat antara 1 kg sampai dengan 30 kg. Pengembangan selanjutnya data berat satuan sampah ini akan dikirim melalui *websocket* untuk diolah ke dalam Aplikasi Bank Sampah yang akan dikembangkan selanjutnya. Untuk penelitian saat ini kategori/jenis timbangan yang digunakan menggunakan kategori timbangan lantai/duduk. Pada penelitian sistem control sampah ini akan dikembangkan menjadi model timbangan gantung/crane yang akan terintegrasi dengan sistem informasi bank sampah berbasis web dan mobile.

Referensi

- Arifin, J., Sumardi, Setiawan, I., (2011). Model Timbangan Digital Menggunakan *Load Cell* Berbasis Mikrokontroler AT89S51. Undergraduate thesis, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.1-7.
- Aravind R., dkk (2018). Load Cell based Fuel Level Measurement using Arduino Uno Microcontroller. *IJARnD*, 3, 3, 159-164.
- Chandra, B. (2006). Pengantar Kesehatan Lingkungan. EGC. Jakarta
- Hidayani, T.U., Miharani, T., Rahman, A., Hermanto, D. (2013). Rancang Bangun Timbangan Buah Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga. Teknik Komputer, AMIK GI MDP, Palembang, 1-10.
- Khakim, A.L. (2015). Rancang Bangun Alat Timbang Digital berbasis AVR Tipe ATMEGA32. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Semarang.
- Purnamasari, I.D. (2013). Timbangan Digital Berbasis Sensor Flexyforce Dengan Output Suara. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, Malang, 1, 1.
- Salim, Y., Atmajaya, D., Kurniati, N., Astuti, W. (2017) Sistem Transaksi Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah Unit Di Kota Makassar. Prosiding Seminar Nasional XII Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (RETI) 2017, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Suhendra, I., Pambudi, W.S. (2015). Aplikasi *Load Cell* untuk Otomasi Pada Depot Air Minum Isi Ulang. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1, 1, 11-19.

Souwmpie, S., Tandean, S., Fendiyono.(2012). Sistem Pelelangan Ikan Terpadu. Skripsi S1, Program Studi Sistem Komputer, Universitas Binus, Jakarta

Utami, E. (2013). Buku Panduan Sistem Bank Sampah dan 10 Kisah Sukses. Jakarta: Yayasan. Unilever Indonesia.

Wahyudi, Rahman, A., Nawawi, M. (2017). Perbandingan Nilai Ukur Sensor *Load Cell* Pada Alat Penyortir Buah Otomatis Terhadap Timbangan Manual. Jurnal ELKOMIKA, Politeknik Sriwijaya, 5, 2, 207-220.

Yandra, E.F., Lapanporo, B.P., Jumarang, M.I. (2016). Rancang Bangun Timbangan Digital Berbasis Sensor Beban 5 Kg Menggunakan Mikrokontroler Atmega328. POSITRON, FMIPA Universitas Tanjungpura, Pontianak, 6, 1, 23-28.

Nurhidayat, Setyo Purwendro (2010) *Mengolah Sampah Untuk Pupuk dan Pestisida Organik*, Penebar Swadaya, jakarta.

Depkes R.I, (1996) *Petunjuk Pelaksanaan Pengawasan Dan Pengendalian Dampak sampah (Aspek Kesehatan Lingkungan)*, Jakarta.