

PENGISIAN OTOMATIS MENGGUNAKAN *LOAD CELL* UNTUK BEBERAPA JENIS UKURAN BOTOL BERBASIS SCADA

Daud Sibarani
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Bandung
Bandung, Indonesia
daudsbrni@gmail.com

Automatic bottle filling is a very influential factor in the beverage production process in both the middle and lower industries. The human error factor causes the production process to be hampered and unstable. The purpose of the tool that will be made is to monitor the production process to be more effective and efficient. The monitoring and control system on this tool uses a SCADA-based system (Supervisory Control And Data Acquisition) and an on-off control system. In this tool using several sensors and actuators to monitor and control the plant, including the heavy sensor (load cell), proximity sensors, ultrasonic sensors, motors, and solenoid valve. The sensor will send data to the RTU (Remote Terminal Unit) which then the data will be displayed on the HMI (Human Machine Interface). The bottles that will be filled consist of 3 types, namely large bottles weighing 1000 gr, medium bottles weighing 500 gr, and small bottles weighing 300 gr, and ultrasonic sensors will measure the height of the water and the data obtained will be displayed on the HMI. With the making of this tool, it is expected that the condition of the plant can be monitored easily.

Keywords: Automatic filling bottle, Efficient, Hygienic, HMI, SCADA, LabView

Pendahuluan

Teknologi yang berkembang saat ini telah banyak membantu memudahkan pekerjaan manusia dalam berbagai bidang. Termasuk juga dalam bidang produksi minuman. Teknologi yang dikembangkan di bidang produksi minuman berkembang begitu pesat karena selain kebutuhan, hal ini sangat penting juga disebabkan manusia pada saat ini selalu menghemat waktu sehingga lebih memilih produk minuman yang bersifat instan. Banyak minuman instan atau cepat saji dengan ukuran yang bervariasi juga yang dapat kita temukan

dipasaran saat ini. Oleh sebab itu mesin pengisian botol minuman yang dapat menyesuaikan berdasarkan besar atau kecilnya kemasan sangat dibutuhkan. Di perusahaan-perusahaan besar, dalam memproduksi minuman tidak lagi dikerjakan langsung oleh manusia tetapi telah digantikan oleh mesin-mesin yang dirancang sedemikian rupa supaya bisa menghasilkan produk minuman dengan komposisi yang sama disetiap besar atau kecilnya kemasan yang mereka buat dan dapat diproduksi secara massal. Tenaga manusia ditempatkan hanya sebagai

operator mesin-mesin tersebut atau pemakai (*user*).

Pada umumnya dalam proses pengisian produk minuman instan, penggunaan mesin pengisian botol hanya terfokuskan pada satu ukuran botol saja. Sementara untuk pengisian botol dengan ukuran berbeda, menggunakan mesin yang berbeda pula. Untuk itu dibutuhkan sebuah inovasi, yang kemudian dalam satu mesin yang sama dapat mengisi berbagai jenis ukuran botol.

Pada umumnya sistem SCADA digunakan untuk memonitoring dan mengendalikan beberapa *plant* yang berada di lapangan. Pada sistem yang besar dan kompleks, sistem SCADA digunakan untuk memudahkan proses pengendalian *plant* dengan jarak jauh, meminimalisir kesalahan yang dapat diakibatkan oleh *human error* serta menghindari kegagalan yang lebih besar pada sistem tersebut. Seiring berjalannya waktu pengendalian proses pada sebuah sistem tertentu dengan menggunakan SCADA tidak hanya diterapkan pada bidang industri produksi skala besar tetapi sistem SCADA juga dapat diterapkan pada bidang industri proses kecil dan juga sistem SCADA dapat dijadikan atau digunakan sebagai modul praktikum untuk mahasiswa atau pelajar untuk lebih memahami bentuk pengimplementasian sistem SCADA di industri maupun non-industri

Tinjauan Pustaka

Teori dasar yang digunakan pada sisem ini meliputi: Load Cell, sensor proximity, HMI, relay, mikrokontroler, Otomation.

Load Cell

Load cell adalah sebuah alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi lainnya yang biasa digunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Perubahan dari satu *system* ke *system* lainnya ini tidak langsung terjadi dalam dua tahap saja tetapi harus melalui tahap-tahap pengaturan mekanikal, kekuatan dan energi dapat merasakan perubahan kondisi dari baik menjadi kurang baik.

Pada *strain guage* (load cell) atau biasa disebut dengan deformasi *strain*

gauge. The *strain gauge* mengukur perubahan yang berpengaruh pada *strain* sebagai sinyal listrik, karena perubahan efektif terjadi pada beban hambatan kawat listrik. Alasan penggunaan komponen ini dikarenakan oleh beban yang akan digunakan tidak lebih dari 5 Kg dan juga dengan dimensi yang tidak terlalu besar, sangat mendukung untuk menempatkan sensor pada posisi yang strategis untuk mendukung mekanik dalam bergerak.

HX711

HX711 adalah modul penguat, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Alasan penggunaannya adalah, dikarenakan Modul dapat melakukan komunikasi dengan komputer/mikrokontroler melalui TTL232, dan juga resolusi yang tinggi, yaitu sebesar 24 bit, sehingga lebih sensitif, dan juga struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan *reliable*, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat

GA25Y370 DC MOTOR

GA25Y370 merupakan motor dc dengan torsi tinggi yang dilengkapi oleh gearhead pada motor tersebut sehingga beban yang mampu diangkat sekitar 5-7 Kg. Alasan penggunaan motor ini dikarenakan motor ini memiliki torsi yang cukup besar yaitu sebesar 0.12 Nm dengan tegangan input hanya sebesar 12 V dan juga ukurannya yang tidak terlalu besar sehingga sangat direkomendasikan untuk digunakan pada proyek ini

2.2.4 IR Sensor Switch E18-D80NK-N

Sensor Infrared adalah komponen elektronika yang dapat mendeteksi benda ketika cahaya infra merah terhalangi oleh benda. Sensor infrared terdiri dari led infrared sebagai pemancar dan fototransistor sebagai penerima cahaya infra merah.

Led infrared sebagai pemancar cahaya infra merah merupakan singkatan dari *Light Emitting Diode Infrared* yang terbuat dari bahan Galium Arsenida (GaAs) dapat memancarkan cahaya infra merah dan radiasi panas saat diberi energi listrik. (M. Aksin. 2013)

Proses pemancaran cahaya akibat adanya energi listrik yang diberikan terhadap suatu bahan disebut dengan sifat elektroluminesensi. (Sutrisno. 1987). Gambar led infrared dapat dilihat pada Gambar II.3.

Fototransistor sebagai penerima cahaya infra merah merupakan transduser yang dapat mengubah energi cahaya infra merah menjadi arus listrik. (Petruzella, Frank : 2001, Hal 259).

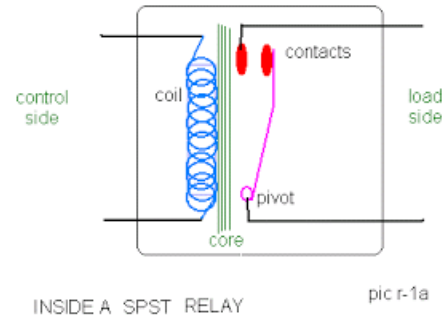
Fototransistor adalah sebuah penerima cahaya infra merah yang merupakan kombinasi fotodiode dan penguatan transistor (Malcolm Plant, Jan Stuart. 1985).

Relay

Relay digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik yang berasal dari power supply.

Prinsip kerja relay dapat dijelaskan melalui **Gambar 2.3 Prinsip Kerja Relay**, yaitu ketika coil dialiri arus listrik maka besi sebagai inti kumparan akan menjadi magnet dan menimbulkan gaya elektromagnet yang akan menarik

armature yang berpegas, dan contact akan menutup.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Relay

Arduino Uno

Arduino Uno adalah piranti mikrokontroler yang menggunakan Atmega328, merupakan penurus Arduino Duemilanove. Arduino Uno memiliki 14 Pin input/output (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Alasan penggunaan modul ini dikarenakan software dari modul ini yang open source dan juga dikarenakan oleh baud rate Arduino yang mencapai 115200 bps sementara baud rate pengondisi sinyal yang digunakan, yaitu HX711 dapat digunakan sebesar 9600, sehingga hal ini akan menambah nilai kepresisian pembacaan sensor yang dilakukan oleh Arduino Kendali on/off

Human Machine Interface

a. Definisi

HMI (*Human Machine Interface*) adalah sebuah *interface* atau tampilan penghubung antara manusia dengan mesin. HMI juga merupakan *user interface* dan sistem kontrol untuk manufaktur.

b. Fungsi HMI

HMI mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
2. Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
3. Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.
4. Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal.
5. Menampilkan pola data kejadian yang ada di *plant* baik secara *real time* maupun *historical* (*Trending history* atau *real time*).

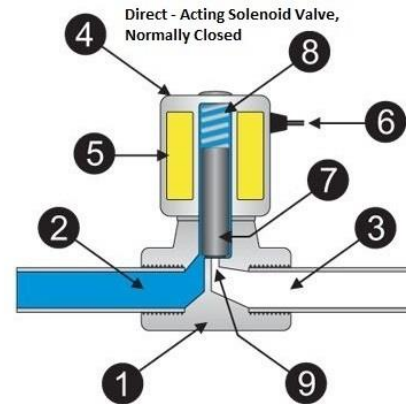
HMI memvisualisasikan kejadian, peristiwa, atau pun proses yang sedang terjadi di *plant* secara nyata sehingga dengan HMI operator lebih mudah dalam melakukan pekerjaan fisik (Irvine, 2001). Biasanya HMI digunakan juga untuk menunjukkan kesalahan mesin, status mesin, memudahkan operator untuk memulai dan menghentikan operasi, serta memonitor beberapa *part* pada rantai produksi.[3]

Solenoid Valve

Solenoid Valve atau katup listrik merupakan elemen control yang paling sering digunakan dalam suatu aliran fluida. Tugas mereka adalah untuk shut off, release, mengalirkan atau mencampurkan fluida. Mereka ditemukan di banyak area aplikasi dunia industri seperti Oil & Gas, steam, petrokimia, pengolahan limbah, dan sebagainya.

Solenoid Valve bekerja secara electromechanically dimana mereka mempunyai kumparan (coil) sebagai penggerakannya. Ketika kumparan tersebut mendapatkan supply tegangan (AC atau DC) maka kumparan tersebut akan berubah

menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston (plunger) yang berada di dalamnya.



Gambar 2.4 Solenoid Valve

Design Sistem

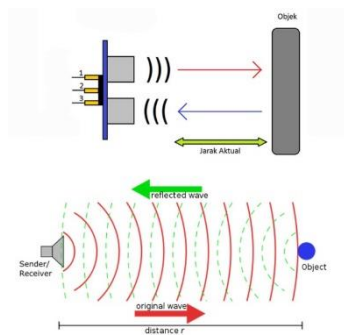
Bab ini akan membahas mengenai tahapan *design*, *fungsi sistem*, *persyaratan*, *bahan*, dan *design sistem*.

2.2.5 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan

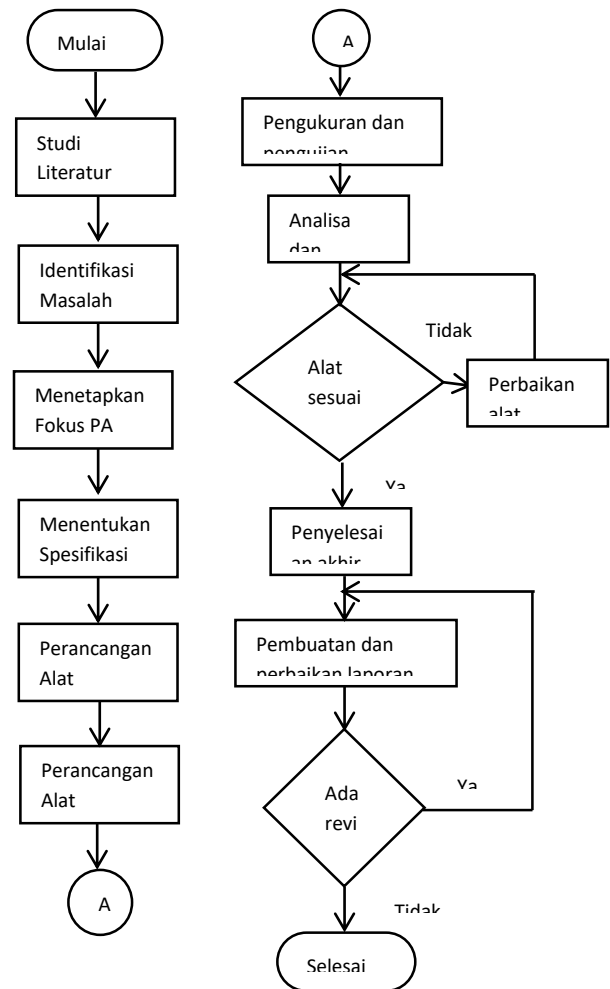
menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima[11]. Untuk memahami cara kerja dari sensor ini dapat dilihat pada gambar II.4



Gambar 2.5 Cara kerja sensor ultrasonic

Tahapan Pengerjaan

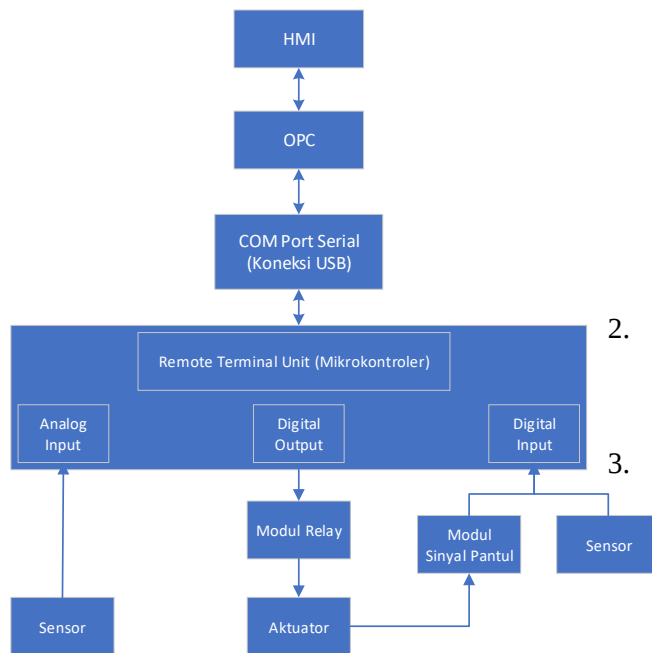
Perancangan diagram alir pengerjaan proyek akhir dibuat sebagai acuan pengerjaan, seperti pada **Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Proyek Akhir**.



Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Proyek Akhir

Blok Diagram Sistem dan Cara Kerja Sistem

Blok diagram sistem seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem** dengan *input* sensor sebanyak empat sensor.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

Pada gambar 3.2 merupakan diagram blok dari sistem “Pengisian Otomatis Menggunakan *Load Cell* untuk Beberapa Jenis Ukuran Botol Berbasis SCADA” dimulai dari perangkat lunak HMI yang terhubung ke OPC Kepserver sehingga fungsinya untuk menerjemahkan data yang diproses oleh mikrokontroler (Arduino Uno) yang didapat dari sensor. Modul relay berfungsi sebagai saklar elektronik ke aktuator, dan modul sinyal pantul berfungsi untuk mendeteksi kondisi *plant*. Pada diagram blok sistem yang dibangun, terdapat beberapa blok, di antaranya adalah :

1. Blok Sensor
Blok ini terdapat 3 sensor yang digunakan yaitu sensor ultrasonik, sensor berat (*Load Cell*) dan sensor

proximity. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian tangki penyimpanan air. Sensor suhu digunakan untuk memantau suhu udara yang ada di lahan pertanian. Sensor berat (*Load Cell*) digunakan untuk menimbang berat botol yang sedang diisi.

2. Blok Aktuator

Aktuator yang digunakan pada alat ini ada 2 yaitu *Solenoid Valve* dan Motor DC.

3. Blok Modul Relay

Modul relay digunakan sebagai *switch* untuk mengaktifkan aktuator yang membutuhkan tegangan 12 VDC. Pada modul relay ini terdapat 2 buah relay yang masing-masing akan mengaktifkan satu aktuator.

4. Blok Sinyal Pantul

Sinyal pantul digunakan untuk memastikan bahwa aktuator sudah aktif. Jika aktuator dalam keadaan aktif maka akan ada sinyal yang dikirim menuju RTU sebagai indikasi bahwa aktuator sudah aktif.

5. Remote Terminal Unit (RTU)

RTU yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega328. RTU berfungsi sebagai terminal-terminal dari hasil pengukuran, pengendalian, pemantauan status, pembacaan sensor dan lain-lain. RTU juga berfungsi menerjemahkan, mengkonversi, menghitung sinyal dari transducer seperti pengukuran arus listrik, *Flow*, *Static Pressure*, *Differential Pressure*, *temperature*, dan lain-lain.

6. Blok COM Port Serial

Media komunikasi yang digunakan pada system SCADA ini adalah koneksi USB.

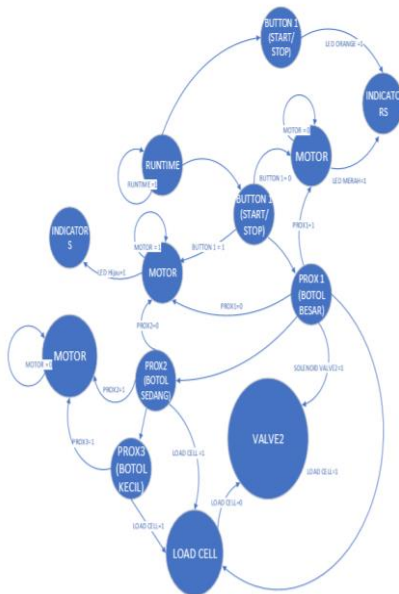
7. Blok OPC

OPC adalah kepanjangan dari OLE for Process Control. OPC digunakan untuk menghubungkan data sensor yang terbaca di RTU ke tampilan HMI.

8. Blok HMI
HMI pada alat ini dibuat menggunakan *software Wonderware Intouch*. HMI akan menampilkan data yang dikirim oleh RTU. Selain menampilkan pembacaan sensor di *plant*, seluruh aktuatur juga dapat diaktifkan melalui HMI.

Deskripsi Perancangan HMI

Deskripsi perancangan HMI yaitu *state* dibuat dengan diagram seperti pada **Gambar 3.3** dan **Gambar 3.4**

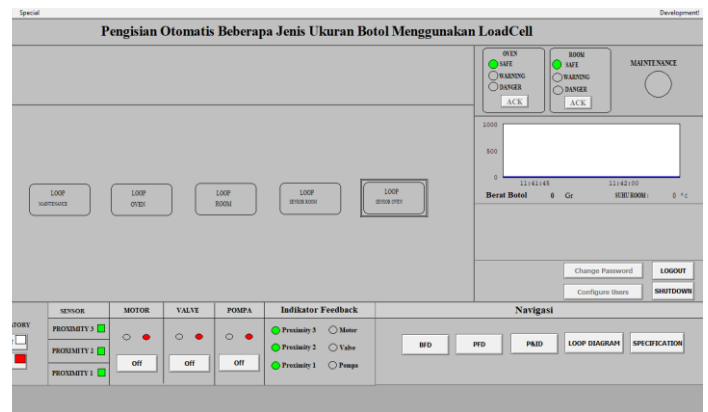


Gambar 3.3 Deskripsi Perancangan HMI

Gambar 3.4 Flowchart Perancangan Mikrokontroler

Desain HMI

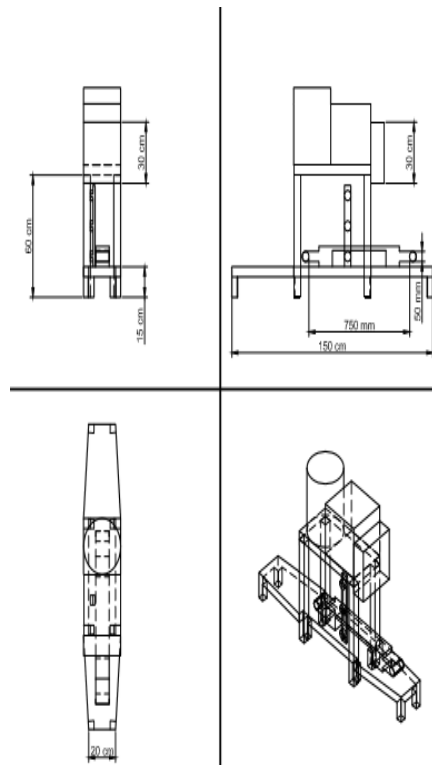
HMI didesain dengan tingkat kemanan yang tinggi dengan berbagai user seperti administrator, teknisi, dan user dapat menggunakannya dengan tampilan HMI yang berbeda pula. Desain HMI yang digunakan dirancang sederhana mungkin sehingga dapat dengan mudah dimengerti oleh teknisi maupun administrator, HMI dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3.5 Desain HMI

Design Mekanik

Design mekanik pada sistem ini berupa conveyor dengan tangka yang disimpan tepat di atas botol yang akan diisi dan sensor berat load cel disimpan di bawah botol yang akan diisi, secara keseluruhan design mekanik ditunjukkan pada **Gambar 3.6**



Gambar 3.6 Design Mekanik

Pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan membagi pengujian menjadi 2 yaitu pengujian sensor berat load cell, pengujian sensor proximity.

Pengujian Load Cell

Pengujian sensor load cell bertujuan untuk kalibrasi pembacaan beban dengan membandingkan antara pengukuran yang diukur oleh timbangan digital dan pengukuran dari load cell. Metoda yang dilakukan dengan cara mengukur beban dari suatu benda. Benda yang diukur adalah tiga buah *smartphone*.

Selanjutnya dapat dijabarkan untuk mencari *error* dan menghitung % *error* yaitu :

$Error = | \text{beban dari timbangan} - \text{beban dari sensor} |$

$\% Error =$

$$\frac{| \text{beban dari timbangan} - \text{beban dari sensor} |}{\text{beban dari timbangan}}$$

$\times 100\%$

Akurasi = 100% - Rata-rata Error%

Tabel 1 sampai tabel 3 dan gambar 3.1 merupakan hasil dari pengujian sensor load cell.

Tabel 1 Perbandingan beban ke-1 pada timbangan digital dan beban pada load cell

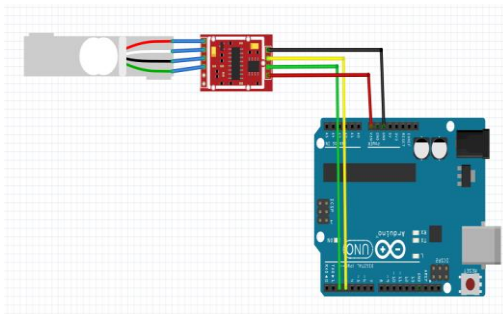
percobaan Ke-	Beban pada timbangan digital (g)	Beban pada load cell (g)	Error	Presentase Error (%)
1	100	95	5	5
2	100	97	3	3
3	100	101	1	1
Rata-rata			3	3
Akurasi				97

Tabel 2 Perbandingan beban ke-2 pada timbangan digital dan beban pada load cell

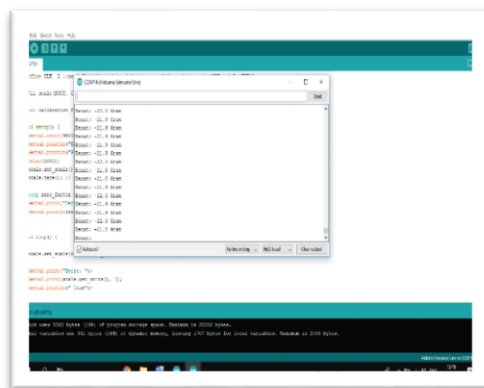
percobaan Ke-	Beban pada timbangan digital (g)	Beban pada load cell (g)	Error	Presentase Error (%)
1	500	510	10	2
2	500	503	3	0.6
3	500	505	5	1
Rata-rata			6	1.2
Akurasi				98.8

Tabel 3.1 Perbandingan beban HP ke-3 pada timbangan digital dan beban pada load cell

Percobaan Ke-	Beban pada timbangan digital (g)	Beban pada load cell (g)	Error	Presentase Error (%)
1	1000	995	5	0.5
2	1000	1017	17	1.7
3	1000	1002	2	0.2
Rata-rata			8	2.4



Gambar 1 Wiring Loadcell dan Arduino Uno



Gambar 2 Hasil Penimbangan Berat

```
#include "HX711.h" //memasukan library HX711

#define DOUT 3 //mendefinisikan pin arduino yang terhubung dengan pin DT module HX711
#define CLK 2 //mendefinisikan pin arduino yang terhubung dengan pin SCK module HX711

HX711 scale(DOUT, CLK);

float calibration_factor = 7050; //nilai kalibrasi (sesuaikan dari hasil nilai percobaan program sebelumnya)

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Memulai program kalibrasi pada sensor berat");
  Serial.println("Pastikan tidak ada beban diatas sensor");
  delay(5000);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); // auto zero / mengonolkan pembacaan berat

  long zero_factor = scale.read_average(); //membaca nilai output sensor saat tidak ada beban
  Serial.print("Zero factor: ");
  Serial.println(zero_factor);
}

void loop() {

  scale.set_scale(calibration_factor); //sesuaikan hasil pembacaan dengan nilai kalibrasi

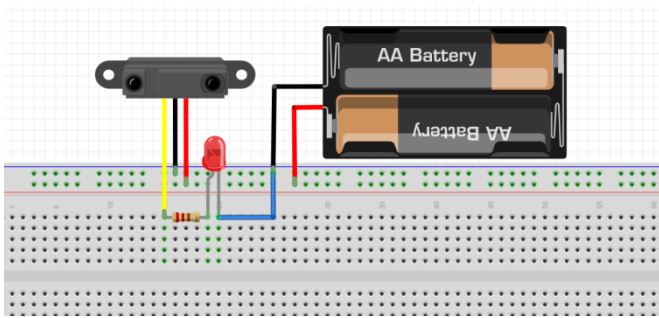
  Serial.print("Berat: ");
  Serial.print(scale.get_units(), 1);
  Serial.println(" Gram");
}
```

Gambar 3 Program Pengukuran Berat Menggunakan LoadCell

Dalam pengujian aspek elektronik load cell tidak dapat dilakukan pengukuran secara langsung menggunakan multimeter, dikarenakan komponen yang digunakan dalam load cell tersebut sangatlah kecil, sehingga, untuk mengetahui apakah load cell tersebut dapat berfungsi dengan baik, dilakukan dengan menggunakan Arduino dan HX711 sebagai pengondisi sinyal. Dan menggunakan serial monitor pada software Arduini IDE untuk melihat hasil pengukuran yang dilakukan oleh load cell tersebut. Berikut adalah *wiring*-nya dan program yang digunakan untuk menguji Load cell tersebut.

Pengujian Sensor Proximity

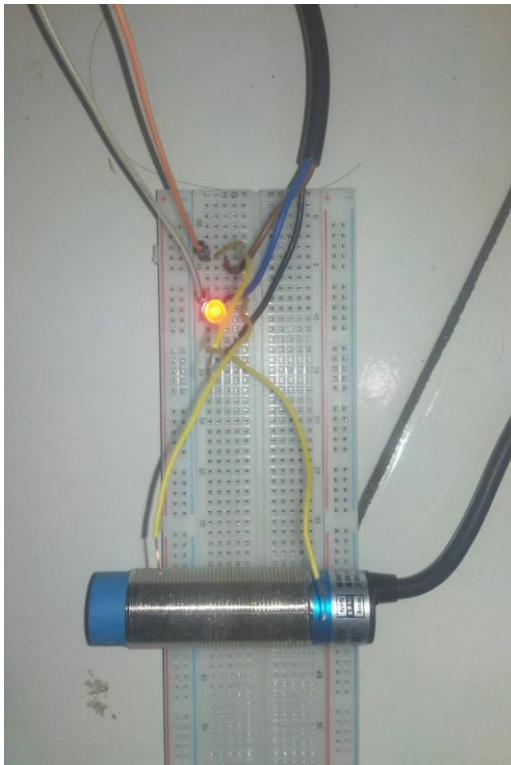
Pengujian sensor proximity dengan indikator berupa LED dan bahan yang dideteksi adalah botol berbahan plastik



Gambar 4 Rangkaian pengujian elektronik sensor proximity



Gambar 6 Pengukuran V_{out} ketika proximity tidak mendeteksi benda



Gambar 5 Realisasi pengujian sensor proximity



Gambar 7 Pengukuran V_{out} ketika proximity mendeteksi benda

Hasil pengujian elektronik ketika sensor proximity mendeteksi dan tidak mendeteksi benda, dalam hal ini menggunakan benda berbahan pelastik adalah sebesar 5 V dan 1.2 V. Ketika sensor proximity tidak mendeteksi benda di depannya, V_{out} nya adalah sebesar 1.2 V,

dan ketika sensor proximity mendeteksi benda di depannya, Vout sensor ini adalah sebesar 5 V dengan Vin sebesar 5 V. dari segi fungsi, sensor ini sangatlah layak dan sesuai dengan spesifikasi alat yang akan digunakan dan akan berfungsi dengan baik.

%

Kesimpulan

1. Sistem pengisian otomatis menggunakan *load cell* untuk beberapa jenis ukuran botol berbasis SCADA dapat mempermudah operator untuk melakukan proses *monitoring* dengan menggunakan HMI SCADA.
2. Sistem kendali ON-OFF mampu melakukan proses pengisian botol secara otomatis, presisi dan cukup akurat berdasarkan parameter berat botol yang ditimbang dan disesuaikan berdasarkan ukuran botol. Untuk ukuran botol besar dengan berat pengisian penuh sebesar 1000 gr dengan nilai keakuratan sebesar 97.6 %, untuk ukuran botol sedang dengan berat pengisian penuh sebesar 500 gr dengan nilai keakuratan sebesar 98.8 % dan untuk ukuran botol kecil dengan berat pengisian penuh sebesar 300 gr dengan nilai keakuratan sebesar 97 %
3. Alat ini dapat digunakan sebagai modul praktikum mahasiswa untuk lebih memahami pengimplementasian SCADA dalam industri kecil
- 4.

References

[1] Rudi Putra Perdana. 2016. SISTEM MONITORING PADA HOME AUTOMATION MENGGUNAKAN SCADA. Politeknik Negeri Bandung : Bandung

[2] Yayu Lestari. 2016. RANCANG BANGUN PENGISI GELAS AIR MINUM OTOMATIS DENGAN INPUT SUARA BERBASIS ANDROID. Politeknik Negeri Bandung : Bandung

[3] Euis Siti Rohayati. 2017. MESIN PENJUAL OTOMATIS BERBASIS APLIKASI MOBILE. Politeknik Negeri Bandung : Bandung

[4] Panitia PA/TA. 2018 .Panduan Proposal PATA EC-2018. Politeknik Negeri Bandung : Bandung

[5] Alfi Taufiq Ramdani. 2017 .Contoh Proposal TA D-4. Politeknik Negeri Bandung : Bandung

[6] Singh, Tarun Pratap;Shivam Shivam;Vipul Maurya; Asst. Prof. P.Suresh.2016. Automation of Bottle Filling System in Industries using PLC AND SCADA. International Research Journal of Engineering and Technology:INDIA

[7] Pongallu,Dheeraj;Prof. S. R. Suralkar.2014. Automatic Multivariate Liquid Filling System & Conveyor Control Using PLC & SCADA. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering:INDIA

[8] Chakraborty,Kunal;Indranil
Roy;Palash De.2015.*Controlling Process*

of a Bottling Plant using PLC and SCADA.
Department of Electrical Engineering,
IMPS College of Engineering &
Technology:INDIA