

## APLIKASI LOAD CELL UNTUK OTOMASI PADA DEPOT AIR MINUM ISI ULANG

**Imam Suhendra<sup>1</sup>, Wahyu Setyo Pambudi<sup>2</sup>**

*Jurusan Teknik Elektro, Universitas Internasional Batam*

*Jl. Gajahmada Baloi Sei Ladi Batam 29422*

*Telp. (0778) 7437111 ext. 130, Faks. (0778) 7437112*

*E-mail: 1) imam.suhendraa@gmail.com*

*2) pambudi@uib.ac.id; yoe2fa@yahoo.com*

### ABSTRAKS

Depot air minum isi ulang telah mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat pesat. Ramainya pelaku bisnis ini menarik minat pebisnis kecil yang turut memenuhi pasar air minum dengan depo isi ulang yang berbeda merek dan model. Menjamurnya badan usaha di industri ini membuat banyak pihak pemilik untuk selalu berbeda dan unik dari yang lainnya.

Pengembangan atau perbedaan antara satu dengan yang lainnya tidak hanya dalam kualitas air yang dihasilkan tetapi juga dari sistem kerja yang dimiliki atau yang dijalankan. Improvisasi kecepatan dalam bekerja atau perbaikan dalam hal memuaskan pelanggan dibutuhkan bagi setiap badan usaha yang bergerak di lini ini. Otomasi sistem menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan.

Penggunaan *load cell* digunakan sebagai alat utama untuk improvisasi pada depot air minum isi ulang agar menjadi otomatis. Sensor ini bekerja sebagai sensor berat pada sebuah timbangan yang akan digunakan sebagai penimbang berat dari galon yang sedang dalam proses pengisian. Improvisasi ini bertujuan untuk menghentikan proses pengisian yang secara manual menjadi otomatis.

Hasil dari pemakaian sensor *load cell* pada sebuah timbangan yang telah digunakan menunjukkan hasil bahwa dalam 10 kali percobaan, sistem mampu untuk memberhentikan pengisian air minum isi ulang secara otomatis dengan hasil menunjukkan galon penuh di 6 kali percobaan dan 4 percobaan berikutnya menunjukkan hasil galon kurang penuh dan hal ini menunjukkan bahwa persentase keberhasilan adalah sebesar 60%.

*Kata Kunci: depot air minum, load cell*

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk Kota Batam selama sepuluh tahun terakhir (2000-2010) adalah sebesar 8,1 persen, yang berarti secara rata-rata jumlah penduduk di Kota Batam setiap tahun bertambah sekitar 8,1 persen (Badan Pusat Statistik, 2014). Hal ini memberikan gambaran secara umum bahwa Pulau Batam merupakan kota yang sedang bertumbuh untuk populasi penduduknya.

Jumlah penduduk yang bertambah akan berpengaruh pada daya dukung lingkungan (Nurhayati et al. 2009). Seperti pada daya dukung usaha air minum isi ulang terhadap para penduduk atau masyarakat. Sebagaimana yang diketahui bahwa air minum merupakan kebutuhan pokok dan sangat vital bagi manusia. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan air yang berasal dari air permukaan dan air tanah akan meningkat pula (Nasution et al. 2013). Manusia menjadi salah satu makhluk hidup yang sangat membutuhkan air.

Air minum isi ulang ini berkembang dan mengalami kemajuan yang sangat pesat. Banyak merek-merek baru bermunculan yang menawarkan konsep yang berbeda atau sekedar pemenuhan permintaan daerah tertentu saja. Seperti merek

AQUA yang memegang peranan sebagai pemimpin pasar. Ramainya pelaku bisnis ini rupanya menarik minat pebisnis kecil yang turut memenuhi pasar air minum dengan depo isi ulang yang berbeda merek dan model. Bisnis air minum isi ulang inipun ramai diserap pasar dengan pelayanan yang menyebar luas di kota-kota besar dengan tarif harga yang sangat murah.

Menjamurnya badan usaha di industri ini membuat banyak pihak pemilik untuk selalu berbeda dan unik dari yang lainnya. Pengembangan atau perbedaan antara satu dengan yang lainnya tidak hanya dalam kualitas air yang dihasilkan tetapi juga dari sistem kerja yang dimiliki atau yang dijalankan.

Permasalahan atau hal yang harus diubah yang terdapat pada industri ini adalah pada kendala-kendala yang dapat ditemui dan yang harus dihadapi pada saat pengisian air minum isi ulang di depot. Dari banyak usaha depot di Kota Batam, terdapat banyak depot yang melakukan pengisian dengan cara manual atau melakukan pengisian air dengan cara memperhatikan pengisian air isi ulang hingga galon terisi penuh. Dan karena berhubungan dengan pelanggan, industri ini juga dituntut untuk selalu melakukan improvisasi kecepatan dalam bekerja atau perbaikan dalam hal memuaskan pelanggan.

Disaat pelanggan datang ke depot dan meminta galon untuk diisi ulang, maka hal terbaik yang akan dilakukan depot adalah mengisi ulang air minum tersebut secara cepat dan sesuai prosedur.

Operator melakukan pengisian dan menghentikan pengisian dengan cara manual. Saat melakukan pengisian, operator harus menunggu hingga galon terisi penuh dahulu untuk menghentikan pengisian. Karena jika galon ditinggal untuk beberapa saat dan tidak dihentikan, maka galon akan terisi air secara terus menerus hingga kepenuhan dan membuat air tumpah ke area tempat pengisian atau tempat kerja.

Untuk mengatasi permasalahan dan kebutuhan akan hal tersebut, maka perlu diciptakan sistem kerja yang dimana sistem akan menghentikan proses pengisian air minum isi ulang dari yang manual menjadi otomatis. Proses penghentian pengisian secara otomatis ini akan membuat operator pengisian akan bekerja secara paralel dalam melakukan pengisian karena tidak perlu menunggu satu galon terlebih dahulu hingga terisi penuh sehingga slot pengisian akan bekerja secara maksimal dan operator pengisian tidak perlu khawatir jika galon ditinggalkan dalam keadaan galon sedang melakukan pengisian karena pengisian akan berhenti secara otomatis. Dengan hal ini, sistem yang baru akan menggantikan sistem yang lama dengan menawarkan kemudahan tidak perlunya lagi operator pengisian untuk menghentikan proses pengisian secara manual.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Depot Air Minum Isi Ulang

Depot air minum isi ulang merupakan tempat dimana pengisian air minum isi ulang dilakukan. Depot ini merupakan sebuah tempat dimana pengisian air minum isi ulang dilakukan dengan menggunakan mesin pengisian air minum isi ulang. Mesin pengisian ini merupakan mesin yang berfungsi merubah air baku menjadi air minum setelah beberapa proses penyaringan atau filterisasi sehingga air baku yang diawal tadi siap untuk diminum.

### 2.2 Proses Pengisian Air Minum Isi Ulang

Proses pengisian merupakan proses kerja dari pekerjaan operator pengisian galon air minum isi ulang dalam melakukan pengisian. Proses kerja ini secara spesifik dapat berbeda-beda di tiap-tiap badan usaha air minum isi ulang, akan tetapi pada dasarnya mempunyai prosedur pengisian yang sama antara satu dengan yang lainnya.

Proses pengisian air minum isi ulang dapat dideskripsikan seperti berikut. Operator pengisian akan bergerak menuju galon kemudian memulai mengisi galon dengan air minum isi ulang. Operator pengisian akan meletakkan galon ke slot tempat pengisian air minum. Slot pengisian dapat dilihat pada Gambar 2.1. Operator pengisian akan memulai

pengisian dengan cara menekan tombol untuk memulai pengisian sesaat setelah galon tepat berada di bawah air menuju ke galon.

Disaat pengisian sedang berlangsung, operator pengisian akan menunggu galon hingga galon terisi penuh. Operator akan menghentikan pengisian disaat galon telah terisi penuh. Prosedural ini merupakan kondisi ideal dari prosedural pengisian air minum isi ulang yang dilakukan oleh operator pengisian.

Disaat tahap proses pengisian, operator pengisian akan memiliki dua kemungkinan untuk bertindak, yaitu operator menunggu hingga galon terisi penuh atau operator akan melakukan pekerjaan lain di luar dari prosedural pengisian atau meninggalkan tempat area pekerjaan untuk waktu beberapa saat. Deskripsi ini menunjukkan bahwa pada saat proses pengisian sedang berlangsung, kemungkinan untuk terjadinya galon kepenuhan akan ada dan dapat terjadi jika operator pengisian meninggalkan tempat dalam waktu yang tidak ditentukan.

Sistem kerja baru yang ditawarkan pada penelitian ini adalah untuk mencegah hal kemungkinan galon kepenuhan menjadi tidak ada. Sistem akan menghentikan proses pengisian dengan cara otomatis tanpa menunggu operator untuk melakukan penghentian proses pengisian. Operator pengisian juga dapat meninggalkan tempat pengisian atau tidak perlu menunggu hingga terisi penuh untuk menghentikan pengisian. Sistem yang baru ini juga menawarkan improvisasi dari sistem kerja yang selama ini telah dipakai.



Gambar 2.1 Slot Pengisian Galon Isi Ulang  
Sumber : [Data Primer, 2014]

### 2.3 Mikrokontroller Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah papan mikrokontroller yang didasarkan dari chip Atmel ATmega 328. Mikrokontroller ini memiliki 14 digital I/O (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM) dan 6 analog input, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Mikrokontroller ini beroperasi pada tegangan 5V. Tabel 2.1 menunjukkan spesifikasi dari mikrokontroller arduino uno.

Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Uno

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Microcontroller	ATmega328

Arduino Uno menggunakan IC Max232 yang digunakan sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB.



Gambar 2.2 Arduino Uno Board  
Sumber : (Arduino.cc, 2014)

## 2.4 Load Cell

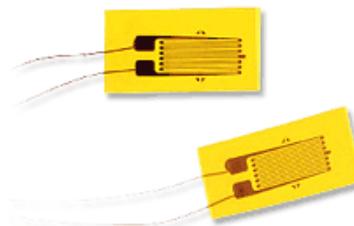
*Load cell* adalah suatu alat *transducer* yang menghasilkan *output* yang proporsional dengan beban atau gaya yang diberikan. *Load cell* dapat memberikan pengukuran yang akurat dari gaya dan beban. *Load cell* digunakan untuk mengkonversikan regangan pada logam ke tahanan variabel (Pitoyo, 2005).



Gambar 2.3 Load Cell  
Sumber : (<http://www.engineersgarage.com/articles/load-cell>)

## 2.5 Strain Gauge

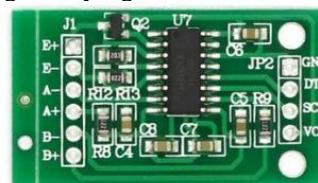
*Strain gauge* adalah sensor yang mengukur berbagai tekanan yang diterima. *Strain gauge* merubah kekuatan tekanan, ketegangan, berat dan lain- lain, ke dalam bentuk tahanan elektrik yang dapat diukur (Souwmpie et al. 2012).



Gambar 2.4 Strain Gauge  
Sumber : [13]

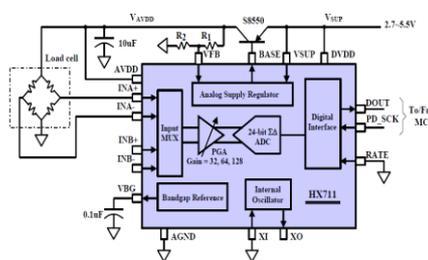
## 2.6 HX711

HX711 merupakan sebuah komponen terintegrasi dari “AVIA SEMICONDUCTOR” dengan kepresisian 24-bit analog to digital converter (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dan aplikasi *industrial control* yang terkoneksi dengan sensor jembatan atau sensor model jembatan *wheatstone*. 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.



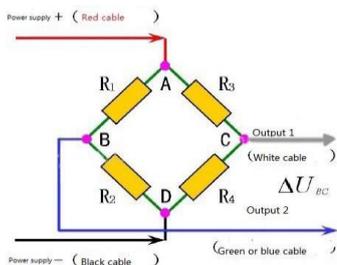
Gambar 2.5 HX711 Circuit  
Sumber : (<http://imall.iteadstudio.com/hx711-dual-channel-weighing-sensor-module.html>)

HX711 terdiri dari beberapa komponen yang terintegrasi didalam rangkaiannya. Antara lain kapasitor, resistor, transistor dan IC HX711 yang didalamnya berfungsi sebagai regulator, penguat, osilator dan pada akhirnya akan mengeluarkan data output digital. Komponen dan rangkaian IC HX711 dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 HX711 Schematic  
Sumber : (Avia Semiconductor HX711, 2014)

HX711 bekerja berdasarkan input dari *load cell* yang terdiri dari *strain gauge* yang membentuk jembatan *wheatstone*. *Load cell* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *strain gauge* yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Prinsip Penggunaan *Strain gauge* pada *Load cell*  
Sumber : [16]

Keempat *strain gauge* tersebut membentuk jembatan *wheatstone* yang bekerja berdasarkan regang atau tidaknya salah satu atau keempat *strain gauge* yang dimiliki *load cell*. Output dari *strain gauge* yang membentuk jembatan *wheatstone* ini memiliki sensitivitas yang tinggi yang diikuti dengan perubahan nilai output yang kecil. Kondisi ini membutuhkan sebuah penguat untuk dapat membaca serta menguatkan output dari *strain gauge* tersebut untuk dapat dibaca pada mikrokontroler arduino. Penggunaan dari HX711 ini dapat dilihat pada Gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Penggunaan HX711  
Sumber : (*Principle and Usage of HX711 Weighing Sensor Module*, 2014)

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Perancangan Penelitian

Adapun metodologi yang akan digunakan dalam laporan kerja praktek ini adalah sebagai berikut :

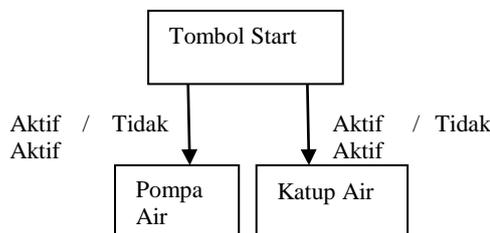
- Studi literatur terhadap pemahaman tentang sensor sensor *load cell*.
- Perancangan pada sensor.
- Uji coba karakteristik *sensor load cell*.
- Pengambilan dan analisa data yang diperoleh dari beberapa kali pengujian

Pada penelitian ini, perancangan dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu perancangan sistem perangkat keras (*hardware*) dari sistem dan perancangan sistem perangkat lunak (*software*) sebagai pendukung sistem. Kemudian untuk perancangan konstruksi sistem menjadi bagian tersendiri.

Tujuan dari metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengimplementasikan kendali otomatis pada pengisian air galon isi ulang yang pada awalnya proses penghentian dari proses pengisian air minum isi ulang menggunakan kendali manual dari operator

pengisian. Proses penghentian dari proses pengisian secara otomatis ini akan membuat operator pengisian akan bekerja secara produktif dalam melakukan pengisian sehingga slot pengisian akan bekerja secara maksimal dan operator pengisian tidak perlu khawatir jika galon ditinggalkan dalam keadaan galon sedang melakukan pengisian karena pengisian akan berhenti secara otomatis.

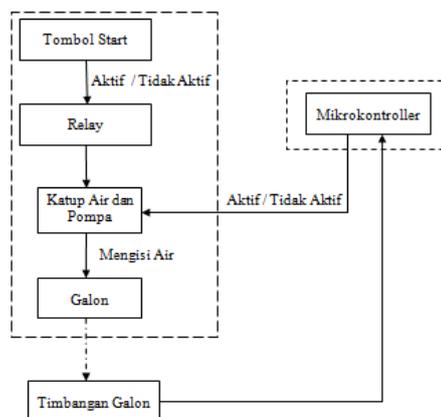
#### 3.2. Blok Diagram Kerja Awal Pada Proses Pengisian



**Gambar 3.1** Blok Diagram Kerja Awal pada Proses Pengisian

Gambar 3.1 menunjukkan blok diagram kerja dari proses pengisian. Proses pengisian dimulai ketika tombol *start* ditekan. Ketika tombol *start* ditekan, katup air akan aktif dan pompa yang berfungsi memompa air ke galon akan aktif secara bersamaan. Katup air ini merupakan katup yang aktif jika diberi tegangan AC 220V. Katup ini bekerja dengan cara membuka atau menutup seperti keran air yang membuka atau menutup berdasarkan elektrik yang diterimanya (*energizer*). Ketika katup air ini aktif, maka proses dari pengisian akan segera berlangsung karena katup akan membuka dan membuat air akan mengalir menuju galon air minum isi ulang.

#### 3.3. Perancangan Sistem Kerja Otomatis Pada Proses Pengisian

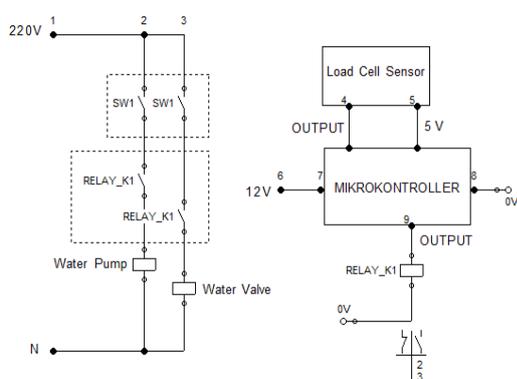


**Gambar 3.2** Perancangan Blok Diagram Kerja Otomatis Pada Proses Pengisian

Gambar 3.2 dimulai dengan input yang dilakukan oleh tombol start. Improvisasi dari sistem

yang akan diimplementasikan pada proses pengisian tidak akan merubah sistem yang telah ada pada awalnya atau tidak memodifikasi sistem yang telah ada sebelumnya. Improvisasi sistem hanya akan menambah sebuah sistem baru yang akan dihubungkan ke sistem kerja yang lama. Pada sistem kerja sebelumnya, sistem akan dimulai dengan menekan tombol start yang akan mengaktifkan katup air dan pompa kemudian air akan memenuhi isi galon. Di berat air galon inilah sistem yang baru akan dimulai atau berat galon yang merupakan input dari sistem perancangan sistem kerja otomatis.

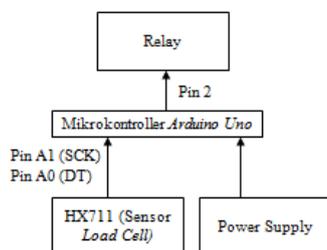
Untuk perancangan elektrik dari improvisasi sistem kerja otomatis ini dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Perancangan Elektrikal Sistem Pengisian Air Galon Otomatis

### 3.4. Perancangan Perangkat Keras Sistem

Rancangan dari sistem kendali otomatis di proses pengisian air minum isi ulang ini dilengkapi dengan perangkat-perangkat keras yang akan mendukung sistem, seperti sensor *load cell*, *arduino uno*, *relay* dan *power supply*.

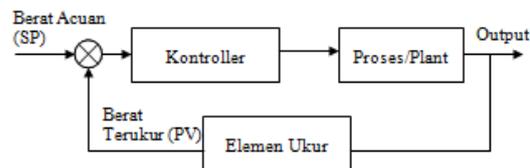


Gambar 3.4 Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras Sistem

### 3.5. Perancangan Perangkat Lunak Sistem

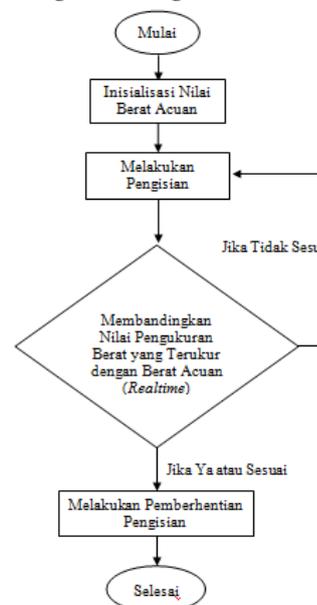
Rancangan Kendali sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno yang bekerja dengan resolusi 8 bit. Mikrokontroler ini merupakan tempat yang menjadi implementasi dari metode yang akan dilaksanakan. Metode sistem yang akan diimplementasikan pada penelitian ini adalah sistem loop tertutup, dengan input yang didapat dari nilai *load cell* yang berfungsi juga sebagai *feedback* dari sistem dan *output* berupa pengaktifan *relay*.

Mikrokontroler ini akan menerima input berupa kondisi berat galon kosong yang akan mengaktifkan *relay*, dan kemudian mikrokontroler akan menerima *feedback* data analog yang merupakan berat dari galon untuk dijadikan acuan bahwa proses pengisian dihentikan atau tetap diteruskan. Sistem ini akan diprogram berdasarkan bahasa C.



Gambar 3.5 Blok Diagram Perancangan Perangkat Lunak Sistem

### 3.6. Perancangan Perangkat Lunak Sistem

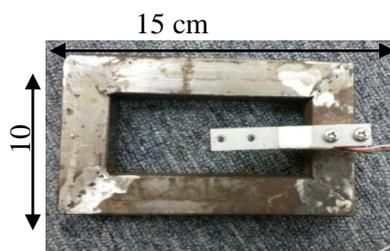


Gambar 3.6 Flowchart Sistem Keseluruhan

Disaat proses pengisian berlangsung, proses melakukan pengukuran juga akan berlangsung secara otomatis. Alat atau timbangan yang dirancang akan melakukan proses pengukuran berat secara realtime, jika berat yang terukur oleh alat sesuai dengan berat acuan maka proses pengisian akan berhenti secara otomatis tanpa adanya proses manual pemberhentian dari operator pengisian. Dan jika berat yang terukur belum sesuai dengan berat acuan maka proses pengisian akan terus berlangsung hingga berat yang terukur memenuhi berat acuan.

### 3.7. Perancangan Konstruksi Sistem

Perancangan konstruksi sistem ini sesuai dengan cara kerja *load cell*, yaitu sensor ini bekerja dengan salah satu ujungnya sebagai poros dan salah satunya sebagai pusat dari gaya beban yang menekan sensor.



Gambar 3.7 Penempatan Sensor *Load Cell* dan Mekanikanya



Gambar 3.8 Prototipe Alat

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Pengujian I – Pengujian Berat Sebenarnya dengan Berat yang Terukur pada Alat

Pengujian sistem dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Pengujian sistem dilakukan setelah program pada arduino siap digunakan. Dalam sistem, sistem akan diberikan nilai acuan atau berat dari galon untuk dijadikan bahwa jika nilai acuan itu terpenuhi maka proses pengisian akan berhenti. Percobaan I ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari alat dalam melakukan pengukuran. Dalam melakukan pengujian I, alat akan melakukan pengukuran dari suatu benda yang telah diketahui beratnya. Percobaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Pengujian Berat Sebenarnya dengan Berat yang Terukur

No.	Berat Sebenarnya (Kg)	Pembacaan Berat Pada Alat	Error
1	3.0	3.0	0.00
2	5.0	5.0	0.00
3	17.7	19.0	1.3
4	18.5	20.0	1.5
5	19.0	21.2	2.2

Pada hasil pengujian I pada Tabel 4.1, terlihat sensor *load cell* yang merupakan komponen utama dari alat memperlihatkan ketidaksesuaian berat yang diukur dengan berat yang sebenarnya. Pada percobaan pertama dan yang kedua, timbangan yang didukung oleh sensor *load cell* ini berhasil untuk membaca berat sebenarnya dengan hasil yang akurat sedangkan untuk percobaan ketiga hingga kelima sensor mengalami rata-rata error dalam pengukuran sekitar 5%.

##### 4.2. Pengujian II – Pengujian Berat Galon yang Terisi Penuh oleh Alat

Pada pengujian II adalah pengujian untuk mengetahui berat galon jika terisi penuh oleh air dengan menggunakan timbangan sensor *load cell* atau alat. Pengujian II ini bertujuan untuk mengetahui berat yang dimiliki oleh galon ketika terisi penuh oleh air sehingga nilai berat inilah yang akan diberikan atau diinputkan ke dalam sistem sehingga ketika galon penuh terisi air maka proses pengisian akan berhenti. Dengan berat galon yang berat bersihnya sebesar 19 liter atau 19 kg maka hasil dari pembacaan pada sensor timbangan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian Berat Galon pada Timbangan atau Alat

No.	Pembacaan Berat Pada Alat (Kg)	Error (Kg)
1	19.7	0.7
2	19.7	0.7
3	19.7	0.7
4	19.7	0.7
5	19.7	0.7

Dari Tabel 4.2 didapat hasil pengukuran berat pada sensor timbangan yang menggunakan *load cell*. Timbangan membaca berat galon penuh terisi oleh air adalah sebesar 19.7 Kg. Berat ini akan diinputkan ke sistem sehingga berat ini merupakan berat acuan dari sistem untuk menghentikan proses pengisian. Dengan kata lain bahwa jika berat galon yang dibaca oleh timbangan sebesar 19.7 Kg maka proses pengisian akan berhenti. Dan Tabel 4.3 akan menunjukkan hasil dari sistem yang telah dirancang berdasarkan berat acuan yang telah dicari sebelumnya. Pengujian II ini memiliki hasil bahwa alat memiliki *error* sebesar 0.7% dalam melakukan pengukuran terhadap galon yang terisi penuh oleh air, dengan berat yang seharusnya terukur adalah sebesar 19 kg.

##### 4.3. Pengujian III – Pengujian Pemberhentian Pengisian Air Minum Isi Ulang Secara Otomatis dengan Berat Acuan yang Didapat Dari Pengujian II

Tabel 4.3 Pengujian Pengisian Galon dengan Berat Acuan

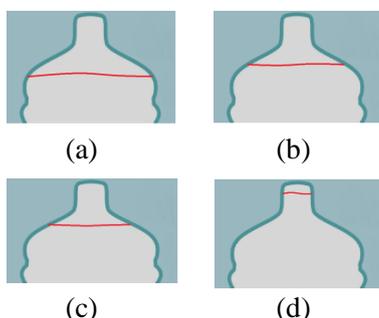
No.	Berat Acuan (Kg)	Status galon	Error
1	19.0	Kurang Penuh	3.3
2	19.7	<b>Kurang Penuh</b>	1.7
3	20.0	Kurang Penuh	1.3
4	22.0	Kepenuhan / tumpah	-
5	21.2	Penuh	± 0.2

Pengujian pada tabel 4.3 adalah pengujian yang langsung melakukan proses pengisian sebanyak lima kali. Pada percobaan pertama, penulis memasukkan berat acuan kedalam sistem sebesar 19.0 kg yang artinya jika berat yang diukur oleh timbangan yang diletakkan berada dibawah galon

membaca berat galon sebesar 19.0 kg, maka proses pengisian akan berhenti dan hasil pada percobaan pertama ini adalah proses pengisian telah berhenti sebelum galon terisi penuh dan batas air yang terisi dapat dilihat pada Gambar 4.1(a).

Pada percobaan kedua di Tabel 4.3, berat acuan yang diberikan adalah berat acuan yang telah diujikan pada percobaan pengujian di Tabel 4.2. Berat acuan ini diharapkan sebelumnya menjadi berat yang sesuai pada saat galon pas penuh. Dan hasil menunjukkan bahwa galon tidak terisi penuh bahkan hanya berbeda sedikit dari percobaan pertama di Tabel 4.3. Hasil batas air yang didapat di percobaan kedua dapat dilihat pada Gambar 4.1(b).

Pada percobaan ketiga di Tabel 4.3, berat acuan yang diberikan makin besar dibandingkan percobaan kedua. Berat acuan yang diberikan sebesar 20.0kg dan hasil yang diberikan juga tidak sesuai dengan yang diharapkan, galon masih belum terisi penuh dan hanya bertambah sedikit dibandingkan percobaan kedua. Hasil batas air yang didapat di percobaan ketiga dapat dilihat pada Gambar 4.1(c). Dan percobaan kelima dapat dilihat pada Gambar 4.1(d).



Gambar 4.1 Batas air dengan Berat Acuan Sebesar (a) 19.0 kg, (b) 19.7, (c) 20.0 kg dan (d) 21.2 kg

Pada percobaan keempat, berat acuan yang diberikan jauh dari percobaan sebelumnya, yaitu sebesar 22.0, karena percobaan sebelumnya hanya memberikan tambahan sedikit pada pengisian air ke galon. Dan hasil dari percobaan keempat tetap tidak sesuai dengan yang diinginkan yaitu galon kepenuhan dan air tumpah. Hal ini memberikan gambaran bagi penulis untuk memberikan berat acuan di range antara 20.0 kg ke 22.0 kg.

Pada percobaan kelima, penulis memberikan berat acuan sebesar 21.2 kg dan hasilnya sesuai dengan yang diharapkan, galon terisi pas penuh. Hasil batas air yang didapat dapat dilihat pada Gambar 4.1(d).

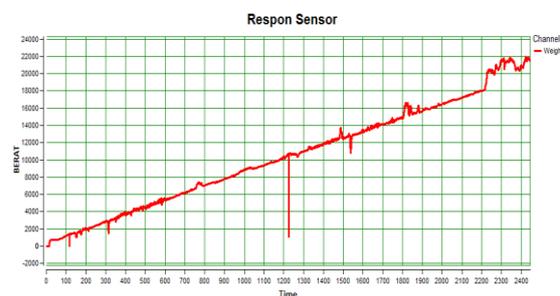
Percobaan terakhir atau percobaan kelima memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Berat acuan ini memiliki offset error sebesar 2.2 kg dari berat sebenarnya gallon terisi penuh pada pengujian II. Untuk memastikan bahwa 21.2 kg merupakan berat acuan yang sesuai, maka dilakukan percobaan kembali untuk mengetahui keberhasilan dari sistem ini menggunakan berat acuan sebesar

21.2 kg. Percobaan akan dilakukan sebanyak 4 kali percobaan. Percobaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

#### 4.4. Pengujian IV – Pengujian Pemberhentian Pengisian Air Minum Isi Ulang Secara Otomatis dengan Berat Acuan yang Didapat Dari Pengujian III

Tabel 4.4 Pengujian Pengisian Galon dengan Berat Acuan 21.2 Kg

No.	Berat Acuan (Kg)	Status galon	Error (Kg)
1	21.2	Kurang Penuh	± 0.5
2	21.2	Penuh	± 0.15
3	21.2	Kurang Penuh	± 0.5
4	21.2	Penuh	± 0.25
5	21.2	Kurang Penuh	± 1.1
6	21.2	Penuh	± 0.05
7	21.2	Penuh	± 0.15
8	21.2	Penuh	± 0.25
9	21.2	Kurang Penuh	± 0.7
10	21.2	Penuh	± 0.2



Gambar 4.2 Grafik Respon Sensor Load Cell pada Timbangan

Tabel 4.4 menunjukkan pengujian dengan berat acuan 21.2 kg sebanyak 10 kali percobaan. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil di tiap pengulangan percobaan. Berdasarkan pengamatan, hal ini dikarenakan terdapat gaya jatuh air ke galon yang merupakan gaya tekan ke galon berpengaruh pada pembacaan berat galon sehingga hasilnya selalu berbeda walaupun dengan berat acuan yang sama.

Perbedaan hasil dari 10 kali percobaan ini menunjukkan bahwa sensor timbangan yang dibuat telah mampu untuk memberhentikan proses pengisian secara otomatis tetapi menghentikan proses pengisian dengan hasil atau level air yang berbeda-beda di tiap kali proses pengisian. Faktor dari gaya tekan air yang jatuh ke galon merupakan salah satu faktor dari perbedaan hasil di tiap proses pengisian. Gaya tekan air ini membuat hasil pembacaan berat oleh timbangan berbeda-beda pada saat proses pengisian. Gaya tekan ini memberikan gerak dan getaran yang tidak tentu pada galon yang akibatnya gerak dan getaran ini sangat berpengaruh pada pembacaan dari sensor yang dimiliki timbangan yaitu *load cell*.

Sensor *load cell* memiliki kecenderungan untuk membaca dengan akurat pada saat benda itu diam, tidak pada saat membaca disaat benda bergerak secara tidak menentu. Hal ini dikarenakan sensor *load cell* sangat sensitif dengan sentuhan dan gerak yang mengenai sensor *load cell* ini. Sehingga disaat proses pengisian yang membuat galon bergerak dan bergetar ditiap kali proses pengisian, sensor ini memiliki keakuratan sensitivitas yang berbeda pula di tiap kali proses pengisian. Hal inilah yang membuat pembacaan sensor tidak selalu sama pada tiap kali proses pengisian.

Sistem yang dibuat pada penelitian ini berhasil menghentikan proses pengisian secara otomatis dengan persentase keberhasilan 60 dari 10 kali percobaan. Persentasi keberhasilan ini diukur dari level air di galon pada saat mesin melakukan penghentian di level berat bersih 19 Kg dan hasilnya menunjukkan bahwa dari 10 kali percobaan, 6 percobaan menunjukkan mesin menghentikan proses pengisian disaat level air penuh dengan toleransi dan 2 percobaan lagi kurang penuh. Selisih dari level air penuh ke kurang penuh tersebut berbeda-beda.

#### 4.5. Pengujian Manfaat dari Sistem

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengambilan data pada pada kondisi sebelum dan sesudah pemakaian dari alat yang dibuat. Dalam sehari, pemasukan galon bisa mencapai 50 galon untuk diisi ulang. Dengan kondisi menunggu 5 galon untuk diisi terlebih dahulu sehingga dalam sehari terdapat 10 kali pengisian yang tidak teratur waktunya. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi 5 galon pertama dibutuhkan waktu selama 10 menit 38 detik dengan operator menunggu sampai pengisian penuh. Dan pengisian 5 galon kedua membutuhkan waktu selama 11 menit 54 detik dalam melakukan pengisian dengan kondisi operator pengisian tetap menunggu hingga pengisian selesai atau penuh. Jadi dapat dikatakan dengan kondisi tanpa alat, operator dapat melakukan pengisian dengan rata-rata membutuhkan waktu 11 menit 36 detik dengan operator tetap menunggu hingga pengisian selesai dilakukan.

Pengambilan data juga dilakukan dengan kondisi menggunakan alat yang telah dibuat. Dengan sampel sama seperti pengisian tanpa menggunakan alat, pengisian pertama operator berhasil melakukan pengisian selama 9 menit 10 detik dengan kondisi operator sedang melakukan pekerjaan lain yaitu membereskan atau memasukkan galon-galon yang akan diisi ke dalam ruangan karena ruangan kecil sehingga galon-galon yang akan diisi terletak diluar ruangan. Dan pada saat pengambilan sampel kedua, pengisian memakai waktu selama 10 menit 15 detik dengan kondisi operator sedang melakukan pekerjaan lain, yaitu membersihkan galon dengan meletakkan galon ketempat slot pembersihan galon. Dari pengambilan data dua sampel ini didapat waktu yang dibutuhkan oleh operator dalam

melakukan pengisian yaitu rata-rata membutuhkan waktu selama 10 menit 2 detik.

Dari pengujian yang telah dilakukan diatas didapat selisih waktu antara melakukan pengisian dengan menggunakan alat dan tanpa menggunakan alat selama 1 menit 16 detik lebih awal daripada tidak menggunakan alat dengan kondisi jika menggunakan alat, operator pengisian tidak perlu menunggu hingga galon terisi penuh sedangkan jika tidak menggunakan galon operator pengisian harus menunggu galon yang diisi hingga terisi penuh.

Hal ini dapat membuktikan bahwa dari dua kali percobaan, alat mampu membuat efisiensi waktu selama 1 menit 16 detik lebih cepat daripada tidak menggunakan alat dan mampu membuat operator pengisian dapat melakukan pekerjaan ringan disekitar tempat pengisian sembari menunggu galon terisi penuh tanpa khawatir akan kepenuhan atau galon tumpah.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang alat yang disertakan oleh sistem yang mampu memberhentikan proses pengisian secara otomatis dapat diambil kesimpulan bahwa dari 10 kali percobaan, sistem mampu untuk memberhentikan pengisian air minum isi ulang secara otomatis dengan hasil menunjukkan air penuh di 6 kali percobaan dan 4 percobaan berikutnya menunjukkan hasil air kurang penuh. Persentasi keberhasilan menunjukkan sebesar 60%.

Didalam sistem, acuan untuk memberhentikan proses pengisian yang dijadikan sistem adalah berat dari air galon penuh yang berisikan air. Di dalam penelitian ini, untuk mendapatkan nilai acuan berat ini dilakukan pengujian tersendiri sebanyak 5 kali percobaan dan hasilnya menunjukkan hasil yang sama untuk berat air galon penuh yaitu sebesar 19.7 kg dari berat yang seharusnya adalah sebesar 19 kg. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat *error* sebesar 0.7%.

Dengan persentase keberhasilan sebesar 60%, terdapat hal-hal yang menyebabkan ketidakberhasilan sistem dalam memberhentikan proses pengisian sehingga proses pengisian telah berhenti sebelum air penuh terisi. Berdasarkan pengamatan penulis faktornya adalah dari sensor *load cell* itu sendiri. Sensor *load cell* memiliki kecenderungan untuk membaca dengan akurat pada saat benda itu diam, tidak pada saat membaca disaat benda bergerak secara tidak menentu karena sensor *load cell* sangat sensitif dengan sentuhan dan gerak yang mengenai sensor *load cell*. Sehingga disaat proses pengisian yang membuat galon bergerak dan bergetar ditiap kali proses pengisian, sensor ini memiliki keakuratan sensitivitas yang berbeda pula di tiap kali proses pengisian. Hal inilah yang membuat pembacaan sensor tidak selalu sama pada tiap kali proses pengisian.

Pengujian juga dilakukan dari pandangan manfaat dari sistem yang telah dibuat. Dari pengujian yang telah dilakukan didapat selisih waktu antara melakukan pengisian dengan menggunakan alat dan tanpa menggunakan alat. Kondisi yang diamati bukan hanya waktu efisiensi saja, tetapi juga kelakuan dari operator pengisian. Hasil menunjukkan jika menggunakan alat akan mendapatkan waktu selama 1 menit 16 detik lebih awal daripada tidak menggunakan alat dengan kondisi operator pengisian tidak perlu menunggu hingga galon terisi penuh sedangkan jika tidak menggunakan galon operator pengisian harus menunggu galon yang diisi hingga terisi penuh.

Hal ini dapat membuktikan bahwa dari dua kali percobaan, alat mampu membuat efisiensi waktu selama 1 menit 16 detik lebih cepat daripada tidak menggunakan alat dan mampu membuat operator pengisian dapat melakukan pekerjaan ringan disekitar tempat pengisian sembari menunggu galon terisi penuh tanpa khawatir akan kepenuhan atau galon tumpah.

## 5.2. Saran

Dalam penelitian ini, terdapat kekurangan-kekurangan yang perlu diperbaiki di dalam sistem. Seperti pembacaan sensor yang kurang maksimal pada saat pengisian air galon. Sensor yang cenderung tidak akurat jika benda yang akan diukur terus bergerak dapat dihindari dengan cara pembuatan mekanik atau alas yang dapat meredam pergerakan dari galon pada saat pengisian. Sehingga sensor yang digunakan sebagai pengukur berat dapat dengan akurat dalam melakukan pengukuran.

Peredaman getaran atau gerakan pada saat pembacaan pengukuran secara mekanik sebaiknya diikuti pula dengan sistem pembacaan pengukuran yang baik, seperti pembacaan pengukuran dengan menggunakan metode pembacaan data *dynamic*. Kalman filter merupakan salah satu dari banyak metode yang dapat memprediksi data apa yang akan didapat berdasarkan data yang telah diterima sebelumnya dan diikuti dengan koreksi pada data yang didapat.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Datasheet Arduino, diakses 14 Februari 2015. URL : [https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino\\_Uno\\_Rev3-schematic.pdf](https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf).
- Datasheet HX711, diakses 12 Februari 2015. URL : [https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711\\_english.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf).
- Nurhayati, Maika. 2009. *Strategi Optimasi Daya Dukung Sumber Daya Air Di Kota Bekasi*. Program Pascasarjana. Program Studi Ilmu Lingkungan. Universitas Indonesia. Jakarta
- Nasution, Jidayani. 2013. *Peta Sebaran Unsur Besi (Fe) Pada Sumur Gali Di Kelurahan Mabar Kecamatan Medan Deli Kota Medan*. Jurusan

- Pendidikan Geografi. Universitas Negeri Medan. Medan
- Souwmpie, Suhanda. Tandean, Syahputra. Fendiyono. 2012. *Sistem Pelelangan Ikan Terpadu*. Skripsi S1. Program Studi Sistem Komputer. Universitas Binus. Jakarta
- Wijaya, Andri, Kusnadi, Jelly. 2007. "Aplikasi Penentuan Pengangkatan Beban Untuk Lengan Robot Berbasis Strain Gauge". Skripsi S1. Program Studi Sistem Komputer. Universitas Binus. Jakarta.