

Perancangan dan Pembuatan Sistem Sortir Produksi Deodorant Berdasarkan Berat Berbasis Mikrokontroler

Wahyudi, M. Jasa Afroni, Sugiono
NPM 2110531018
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
E-mail: wwahyudi_one@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini penulis merancang dan membuat sistem sortir suatu barang atau produk berdasarkan berat. Dimana sistem tersebut bisa bekerja secara handal dan kontinyu sesuai dengan kondisi aktual. Penggunaan Arduino Uno dan Mikrokontroler ATmega328P sebagai sentral processor, sensor Loadcell sebagai pengukur berat produk dan Motor DC sebagai penggerak konveyor serta motor servo sebagai pendorong produk, diharapkan dapat bekerja dengan optimal sesuai dengan tuning yang dilakukan. Melalui tahapan proses dari perancangan alur, pemrograman sistem dengan menggunakan program dari arduino yang bersifat Open Source dan penambahan Library dari module yang dipergunakan, serta hasil dari pengujian dan analisa didapatkan sistem yang dibuat bersifat handal dan kontinyu. Sehingga meskipun sistem yang dirancang hanya merupakan prototype namun dengan menggunakan perangkat dengan standard industri bisa diaplikasikan dalam mendukung kerja dalam bidang industri yang otomatis dan efisien.

Kata kunci: berat produk, Sensor Loadcell, Arduino Uno R3, ATmega328P, sistem sortir

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dengan perkembangan teknologi yang dinamis melalui penemuan hal-hal baru dimana sangat menunjang dalam kegiatan sehari-hari baik dibidang industri maupun dibidang non industri. Pada proses produksi di industri khususnya proses sorting, diperlukan optimasi baik dari kinerja maupun hasil dari kinerja tersebut sehingga efisiensi kerja yang tinggi dan hasil yang maksimal bisa didapatkan.

Pada studi literatur yang dilakukan penulis pada saat pengumpulan data didapatkan bahwa untuk melakukan sortir terhadap produk deodoran masih bersifat manual dan dilakukan oleh operator (pengumpulan data dilakukan penulis di PT Beiersdorf Indonesia PC Malang). Operator melakukan sampling terhadap produk yang melewati proses filling dengan cara mengambil secara manual produk tersebut dan ditimbang satu-persatu. Sehingga tidak efisien waktu dan berimbas kepada hasil produksi dan kinerja operator tersebut.

Penggunaan sensor sebagai media pendeteksi berat serta Mikrokontroler sebagai sistem yang mengontrol, akan sangat membantu dalam pencapaian peningkatan efisiensi kerja melalui proses otomatisasi. Pada skripsi ini akan dijelaskan tentang sebuah sistem sortir berdasarkan berat yang *applicable* dengan dunia industri dengan mengoptimalkan serta mengaplikasikan suatu sistem yang terintegrasi.

Rumusan Masalah

Proyek akhir ini bertujuan untuk menerapkan sebuah sistem sortir dari suatu barang atau produk berdasarkan berat. Dimana sistem tersebut bisa bekerja secara handal dan kontinyu sesuai dengan kondisi aktual. Penggunaan Mikrokontroler sebagai sentral *processor*, sensor *Load Cell* sebagai pengukur berat produk dan motor DC sebagai penggerak konveyor serta motor servo sebagai

pendorong produk, diharapkan dapat bekerja dengan optimal sesuai dengan *tuning* yang akan dilakukan.

Untuk itu, masalah dalam proyek akhir ini dirangkum sebagai berikut:

1. Bagaimanakah rancangan sistem sortir produk berbasis mikrokontroler berdasarkan berat tersebut?
2. Apakah sistem tersebut dapat bekerja secara handal dan kontinyu?

Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini adalah untuk menjawab permasalahan yang telah ditetapkan, yaitu sebagai berikut:

1. Merancang sebuah sistem sortir produk berdasarkan berat produk berbasis *mikrokontroler*.
2. Menguji kemampuan sistem sorting tersebut untuk bekerja secara handal dan kontinyu.

Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan permasalahan yang akan dibahas dalam proyek akhir ini, maka terdapat beberapa batasan terhadap penelitian yang akan dilakukan yaitu :

1. Barang yang akan disortir ditetapkan adalah sebuah produk deodoran.
2. Sensor *Load Cell* digunakan untuk mendeteksi berat beban material yang akan disortir.
3. Sistem kendali menggunakan *mikrokontroler*.
4. Penggerak konveyor menggunakan motor DC.
Alat ini hanya bersifat prototype.

II. LANDASAN TEORI

Penelitian Terdahulu

Jurnal Skripsi dari Fansuri, S.T. (2012) mahasiswa Teknik Elektro Universitas Gunadarma yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Pengaman Kebakaran Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S51".

Jurnal Tugas Akhir dari M. Aldiki Febrianto, S.T. (2014) mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang berjudul "Perancangan dan Pembuatan Alat Pengurai Asap Rokok pada Smoking Room Menggunakan Kontroler PID".

Skripsi dari Bagiyo, S.T. (2015) mahasiswa Teknik Elektro Unisma yang berjudul "Perencanaan dan Pembuatan Sistem Sortir Semen Berdasarkan Berat Berbasis PLC Allen Bradley (*Pico Controllers*)".

Jurnal Skripsi dari Fauzan Nusyura, S.T. (2015) mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang berjudul "Pengendalian Suhu Pada Prosesor Laptop Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega".

Sugiyono (2017) dengan bukunya yang berjudul "Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif & R&D".

Dasar Teori

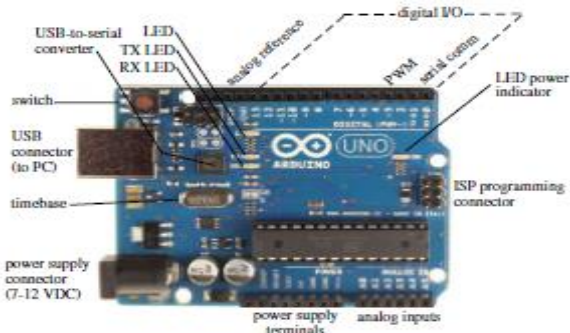
Arduino Uno dan Mikrokontroler ATmega328P

Mikrokontroler adalah pusat kerja dari suatu sistem elektronika seperti halnya mikroprosesor sebagai otak komputer. Untuk melakukan antarmuka dengan komponen lainnya, ATmega328P memiliki pin-pin dengan konfigurasi yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/GLK0/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2.1 Konfigurasi pin-pin ATmega328P

(Sumber: Barrett, Steven F. 2012. *Arduino Microcontroller: Processing for Everyone! Second Edition.*)



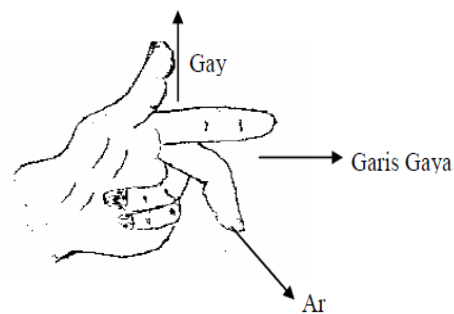
Gambar 2.2 Arduino Uno R.3

(Sumber: Barrett, Steven F. 2012. *Arduino Microcontroller: Processing for Everyone! Second Edition.*)

Motor DC

Motor DC atau Motor Arus Searah adalah mesin listrik yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanik. Terdapat dua prinsip dasar yang melatarbelakangi kerja motor DC. Yang pertama yaitu adanya aliran arus yang melewati sebuah konduktor atau penghantar. Dimana akan timbul medan magnet mengelilingi penghantar tersebut. Arah garis gaya magnet

(*fluks magnet*) ini sesuai kaidah tangan kiri yang ditunjukkan Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kaidah tangan kiri

(Sumber: Parsa, I Made. 2018. *Motor-motor Listrik.*)

Ibu jari menandakan arah arus *elektron* yang mengalir dan jari-jari menunjukkan arah dari garis gaya magnet (*fluks*) yang mengelilingi penghantar. Kaidah tangan kiri yang kedua adalah gaya pada penghantar bergerak dalam *medan magnet*. Besarnya gaya yang didesakkan untuk menggerakkan berubah sebanding dengan kekuatan *medan magnet*, besarnya arus yang mengalir pada penghantar dan panjang penghantar. Gaya tersebut sering disebut gaya Lorentz. Sesuai dengan rumus:

$$F = B \times I \times \ell \text{ (Newton)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

F = Gaya pada kumparan (Newton)

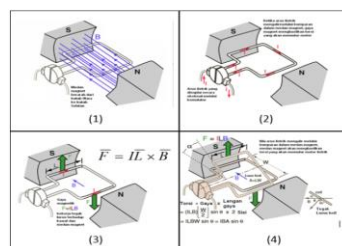
B = Kuat medan magnet (Tesla)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

ℓ = Panjang kumparan (meter)

Prinsip Kerja Motor DC

Prinsip kerja motor DC arus mengalir melalui kumparan jangkar dari sumber tegangan DC, menyebabkan jangkar beraksi sebagai magnet.



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Motor DC

(Sumber: Parsa, I Made. 2018. *Motor-motor Listrik.*)

Driver L298

Pada dasarnya gerakan motor dikontrol oleh mikrokontroler ATmega328P. Namun karena arus yang keluar dari mikrokontroler memiliki arus terbatas, besaran arus luaran ini seringkali tidak dapat menggerakkan motor. Untuk menggerakkan motor DC dengan sempurna, maka diperlukan rangkaian luar yang mampu *drive* motor. Oleh karena itu IC L298 digunakan sebagai rangkaian *driver* untuk menjalankan motor berdasarkan perintah dari mikrokontroler. IC L298 merupakan sebuah driver untuk motor dc maupun motor *stepper*. Satu buah IC L298 bisa

digunakan untuk mengontrol dua buah motor DC. L298 mampu beroperasi pada tegangan 2,5V sampai 46V. Besar arus *output* yang dihasilkan sampai 4A dan mempunyai proteksi terhadap temperatur yang berlebihan. Pin Enable A dan B untuk mengendalikan jalan atau kecepatan motor, pin *Input* 1 sampai 4 untuk mengendalikan arah putaran. Pin Enable diberi VCC 5V untuk kecepatan penuh. Di dalam chip L298 untuk mengendalikan arah putaran motor digunakan metode bridge-H dari kombinasi transistor, jadi dengan metode demikian arus yang mengalir ke motor polaritasnya dapat diatur dengan memberikan logika ke transistor. IC L298 bisa dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 IC L298

(Sumber: Nusyura, Fauzan. 2015. Skripsi. *Pengendalian Suhu Pada Prosesor Laptop Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega.*)

Loadcell

Loadcell adalah sebuah transduser yang mendeteksi perubahan gaya yang mengenainya dan mengubahnya menjadi besaran tegangan. *Loadcell* adalah komponen utama pada sistem timbangan digital. Tingkat keakurasian timbangan bergantung dari jenis *loadcell* yang dipakai. Sensor *loadcell* apabila diberi beban pada inti besi maka nilai resistansi di strain gauganya akan berubah yang dikeluarkan melalui dua buah kabel. Pada *loadcell* sendiri terdapat 2 buah kabel sebagai eksitasi dan 2 kabel lainnya sebagai sinyal luarannya. Gambar 2.6 dibawah adalah bentuk fisik dari sensor load cell.



Gambar 2.6 Bentuk fisik sensor load cell

(Sumber: Priskila. 2017. Skripsi *Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller ATmega 8535.*)

Sebuah *loadcell* memiliki spesifikasi kunci yang sangat penting untuk diketahui sebagai bagian dari perancangan penggunaannya. Spesifikasi kunci dari *loadcell* adalah rating beban (*load rating*) dan sensitivitas luaran. Sensitivitas *loadcell* umumnya berada pada rentang 1,5~5mV/V.

Rumus yang digunakan untuk menghitung hasil luaran dari *loadcell* adalah sebagai berikut:

$$V_{out} = \text{Sensitivitas} \frac{V_{eksitasi} \cdot \text{Beban}}{\text{Load Rating}} \dots\dots(2.2)$$

Dimana:

V_{out} : Tegangan luaran *loadcell* (V)

Sensitivitas : Sensitivitas loadcell terhadap perubahan beban (mV/V)

$V_{eksitasi}$: Tegangan eksitasi *loadcell* (V)

Beban : Beban yang diukur (kg)

Load Rating : Beban maksimum (kg)

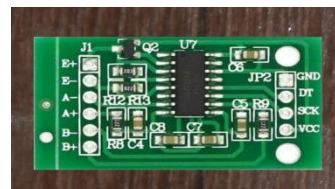
Loadcell amplifier HX711

Analog-To-Digital Converter adalah sebuah sistem perangkat yang berfungsi mengubah sebuah besaran analog misalnya suara, cahaya, ataupun tegangan, menjadi sinyal digital.

Pada sebuah ADC yang melakukan konversi tegangan menjadi sinyal digital, proses ini umumnya dilakukan dengan melakukan *sampling*. *Sampling* ini dilakukan dalam periode tertentu dan bersifat diskrit, sehingga terdapat *bandwidth* maksimum dari sistem perangkat ADC ini.

Ketepatan konversi dari sebuah ADC tergantung dari resolusi luarannya. Pada ADC dengan resolusi 10-bit misalnya, maka akan terdapat 2^{10} tingkat luaran, dalam hal ini (0~1023). Apabila tegangan maksimum berada pada 5V, maka step tegangan adalah $(\frac{5}{1024}) = \sim 5\text{mV}$ per step.

Untuk konversi ADC dengan step yang jauh lebih rendah, terdapat beberapa ADC resolusi tinggi yang biasanya dipaketkan kedalam sebuah IC tersendiri yang umumnya juga dilengkapi dengan *integrated amplifier*. Salah satu contoh ADC resolusi tinggi adalah HX711 keluaran *Mouser Electronic* yang merupakan sebuah ADC dengan resolusi 24 bit, dengan *integrated amplifier* dengan *gain factor* 128, sehingga paket IC ini umumnya disebut sebagai *loadcell amplifier*. Dengan resolusi ini, maka terdapat 2^{24} tingkat luaran (0~16777215). Apabila tegangan maksimum berada pada 5V, maka ADC ini memiliki step tegangan sebesar $\sim 0.3\mu\text{V}$ per step.



Gambar 2. 7 HX711 Analog-To-Digital Converter
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah aktuator rotasi ataupun linear yang mampu dikontrol posisi sudut maupun translasinya, kecepatan dan percepatannya. Motor servo umumnya memiliki sensor sendiri untuk deteksi umpan balik posisinya, dan membutuhkan sistem yang lebih kompleks untuk kendalinya.

Berdasarkan arah arusnya, motor servo terdiri atas dua jenis, yaitu motor servo AC dan motor servo DC.



Gambar 2. 8 Motor Servo AC
(Sumber: Data pribadi)

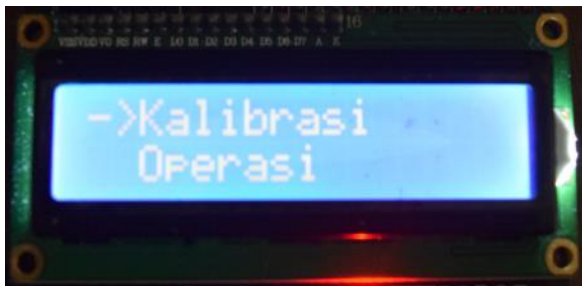


Gambar 2. 9 Servo motor DC S3003
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

LCD 1602-A Display

LCD 1602-A adalah sebuah display yang dapat menampilkan 16x2 karakter, yaitu 16 karakter pada tiap baris, pada dua baris terpisah. LCD screen dengan resolusi ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Mode Tampilan: STN, BLUB
- Format Tampilan: 16 karakter x 2 baris
- Input Data: Antarmuka 4-Bits atau 8-Bits
- Display Karakter: 5 x 8 titik
- Catu Daya: (5V±10%)
- Dimensi PCB: 80x36x1.6 mm
- Dimensi tampilan: 69.5x14.5mm

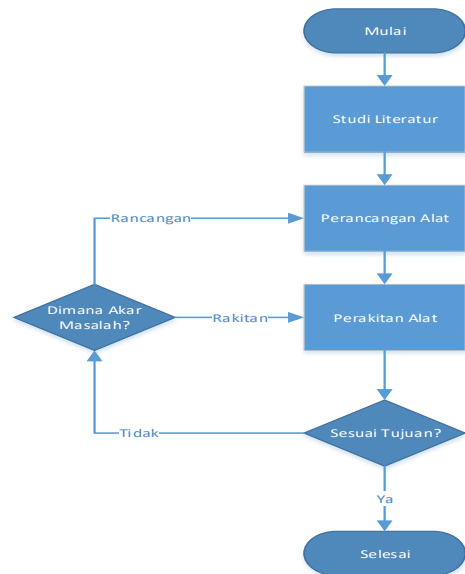


Gambar 2. 10 Gambar LCD 1602-A Display
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

III. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Data yang dicari dalam penelitian ini diinginkan berupa data yang *valid*, *reliabel*, dan *obyektif*. Data yang valid berarti bahwa data yang diperoleh sesuai dengan keadaan sesungguhnya.



Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

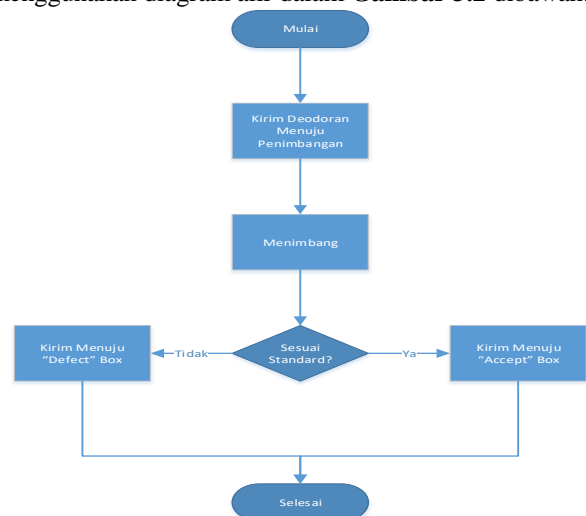
Data Komponen

Data sekunder diperlukan mengenai fungsi dan cara kerja dari masing-masing komponen penyusun alat yang akan dirakit. Data-data komponen adalah data yang berasal dari pembuat (*manufacturer*) mengenai komponen yang akan digunakan dalam alat yang akan dirancang ini, antara lain:

- Mikrokontroler ATmega328p
- L298N IC Driver
- Servo Motor *Datasheet*
- *Arduino IDE Programming Reference*
- Loadcell *Datasheet*
- HX711 24-bit ADC *Datasheet*
- Hitachi HD44780 LCD Driver *Manuals*

Perancangan Cara Kerja Alat

Untuk cara kerja dari alat, digambarkan dengan menggunakan diagram alir dalam **Gambar 3.2** dibawah.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penyortir Deodoran
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Perancangan Hardware

Konveyor Belt

Pada kegiatan ini, akan digunakan dua buah *konveyor belt*. Untuk menggerakkan produk deodoran dari konveyor masukan digunakan sebuah *konveyor belt* dengan arah putaran searah, yaitu hanya berputar menggerakkan *belt* menuju tempat penimbangan. Setelah dilakukan penimbangan, deodoran akan didorong dengan sebuah tuas yang digerakkan motor dc servo sebelum akhirnya dikirim ke bagian luaran menggunakan *konveyor belt* kedua. Pada bagian ini, *konveyor belt* akan bergerak ke arah bagian "accept" atau "reject" berdasarkan pada hasil penimbangan.

Motor DC dan Driver

Untuk memastikan bahwa Motor DC yang dipilih memiliki daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan konveyor belt, maka dapat digunakan perhitungan sebagai berikut.

$$\tau = F.l \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

τ = Torsi (N.m)

F = Gaya (N)

l = Jarak lengan momen (m).

Dalam perhitungan ini, torsi adalah batas torsi motor DC minimal untuk menggerakkan konveyor belt, F adalah gaya normal benda dikalikan koefisien gesek dan l adalah kurang lebih diameter roda putar. Untuk mengetahui kisaran torsi yang dibutuhkan adalah dengan mengasumsikan hanya ada 1 deodoran yang akan melalui konveyor pada satu waktu. Untuk batas aman, digunakan 2 buah deodoran sebagai dasar perhitungan. Berat sebuah deodoran adalah kurang lebih 250 gram. Torsi yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} \tau &= F.l \\ \tau &= (\text{Berat Deodoran} \times 2 \text{ buah} \times \text{koef. gesek} \times \text{perc. gravitasi}) \times (\text{jari-jari roller}) \\ \tau &= (0,25 \text{ kg} \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (2 \text{ cm}) \\ \tau &= 2,94 \cdot 2 \text{ cm} \\ \tau &= 5,88 \text{ N.cm} \end{aligned}$$



Gambar 3.3 Motor DC '130'

(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Dengan hasil perhitungan tersebut, didapatkan nilai bahwa torsi yang dibutuhkan adalah ~5.88 N.cm. Karena berdasarkan *datasheet* yang ada, motor DC seri '130' yang akan digunakan hanya memiliki torsi pada kisaran 0,2 N.cm dimana nilai tersebut masih berada dibawah spesifikasi yang dibutuhkan, maka untuk itu perlu direkayasa dengan menambahkan *gearbox* pada motor. Perhitungan torsi pada motor yang di *coupling* dengan gearbox adalah menggunakan rumus:

$$\tau' = \tau \cdot \frac{r_{in}}{r_{out}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana:

τ' = Torsi luaran gearbox

τ = Torsi masukan

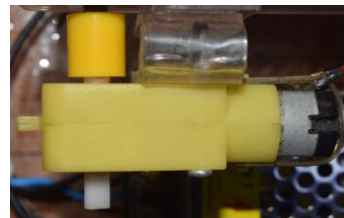
r_{in} = Rasio gigi masukan

r_{out} = Rasio gigi luaran

Salah satu *gearbox* yang tersedia di pasaran adalah yang menggunakan rasio gigi 48:1. Maka torsi luaran apabila motor dipasangkan dengan gearbox dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \tau' &= 0,2 \cdot \frac{48}{1} \\ \tau' &= 9,6 \text{ N.cm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan diatas, dapat dituangkan kedalam tabel hasil perhitungan pemilihan motor DC sebagai penggerak pada Tabel 3.4. Pada akhir analisa ini ditentukan bahwa dibutuhkan motor DC dengan sebuah *gearbox* transmisinya.

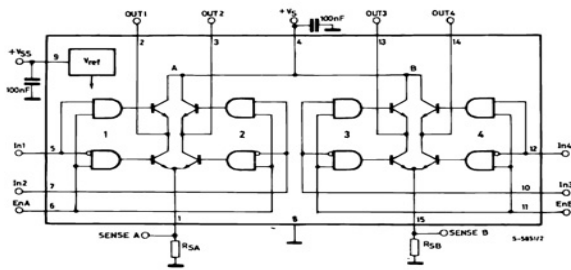


Gambar 3.4 Motor DC dengan Transmisi 48:1 Gear Ratio (Sumber: Data pribadi - Perancangan)

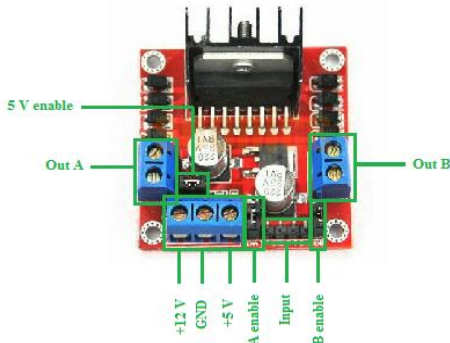
Tabel 3.1
Hasil Analisis Motor DC

Spesif.	Kebutuhan Alat	Motor DC '130'	Motor DC '130' + Gearbox Rasio 48:1
Torsi (N.cm)	5,88	0,2	9,6
Tegangan (V)	5	5	5

Kemudian, untuk menggerakkan motor DC ini diperlukan sebuah *driver*, karena ATmega328P sebagai mikrokontroler akan dijaga dari kelebihan beban. Untuk itu, sebagai *driver* motor DC '130' dipilihlah sebuah IC yang berfungsi sebagai *bridge driver*, dalam hal ini dipilih IC L298N *bridge driver*.



Gambar 3.5 Gambar Rangkaian Internal IC L298N
(Sumber: ST Electronics. 2000. Handbook. *Dual Full-Bridge Driver*. Singapore: ST Electronics)



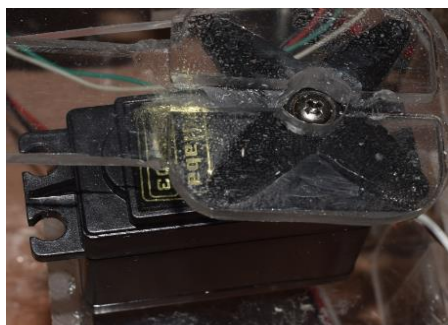
Gambar 3.6 Skematik Masukan dan Luaran Papan *Dual H Bridge*

(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Fungsi dari *board driver* terintegrasi berbasis IC L298N tersebut adalah sebagai berikut:

Motor DC Servo

Pada kegiatan ini, dibutuhkan sebuah aktuator untuk mendorong produk yang telah selesai ditimbang, untuk menuju *konveyor belt* kedua. Aktuator ini dipilih berupa motor DC servo dengan model Futaba S3003. Motor servo ini membutuhkan tegangan kerja 5V, dan masukan servo berupa tegangan yang dapat dipasangkan dengan fungsi PWM dari ATmega328P.



Gambar 3.7 Motor DC Servo Futaba S3003

(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Loadcell

Untuk melakukan penentuan kelayakan produk berdasarkan beratnya, diperlukan sebuah sensor untuk mengkonversi berat menjadi besaran yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Dalam kegiatan ini ditetapkan untuk digunakan sebuah loadcell dengan rating beban 1 kilogram, dan sensitivitas sebesar 10mV/V.

Dalam kegiatan ini, akan digunakan tegangan eksitasi *loadcell* sebesar 5V. Dari tegangan eksitasi tersebut dapat dihitung bahwa perubahan tegangannya apabila diberi beban maksimum adalah:

$$V_{outmaks} = sensitivitas \times V_{eksitasi} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$V_{outmaks} = 10mV/v \cdot 5V$$

$$V_{outmaks} = 50mV$$

Kemudian, setelah ditemukan perubahan tegangan luaran maksimum, maka dapat dihitung besar perubahan tegangan setiap perubahan berat diterima.

$$V_{delta} = \frac{50 \text{ mV}}{1000 \text{ gram}} \dots\dots\dots (3.4)$$

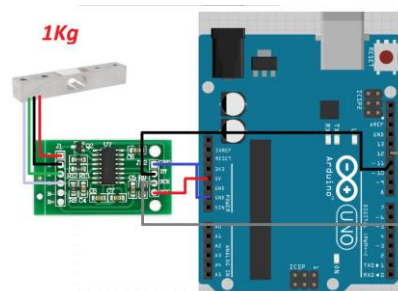
$$V_{delta} = 50 \mu V/gram$$

Loadcell Amplifier and High Resolution 24-bit ADC

Seperti diutarakan sebelumnya, perubahan tegangan luaran yang dihasilkan oleh *loadcell* ketika terbebani adalah sangat kecil, dengan resolusi hanya sekitar ~5mV/step maka ADC *onboard* mikrokontroler ATmega328P tidak mampu untuk mendeteksi perubahan yang dituju yaitu sekitar 50 μV/gram. Untuk mendeteksi perubahan tegangan yang relatif kecil ini, dipilihlah sebuah *board ADC* 24-bit berbasis chip HX-711.

Chip HX-711 ini adalah sebuah ADC dengan resolusi 24 bit yang juga dilengkapi *onboard amplifier*. Ini berarti bahwa chip ini memiliki resolusi sebesar 2²⁴ = 16.777.216 step. Dengan resolusi tersebut, maka pada tegangan 5V ADC ini akan memiliki sensitivitas sebesar ~298nV/step, yang mana jauh dibawah V_{delta} sebesar 50 μV/gram.

Salah satu contoh pemasangan rangkaian *loadcell amplifier, hx-711board*, dan arduino, adalah sebagaimana tergambar pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Pemasangan Loadcell – ADC – Arduino

(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Display dan Tombol

Untuk menerima masukan dari pengguna dan menampilkan informasi yang diperlukan, diperlukan sebuah antarmuka pengguna. Untuk itu, dipilih sebuah *Arduino LCD Keypad Shieldboard*. Board ini adalah sebuah *expansion board* untuk Arduino yang berisi lima buah tombol untuk menerima masukan, dan sebuah LCD untuk menampilkan informasi yang diperlukan.



Gambar 3.9 LCD Keypad Shield Arduino
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Tabel 3.2

Fungsi Pin Arduino Pada LCD Keypad Shield

Pin	Fungsi
Analog 0	Input 5 tombol
Digital 4	DB4
Digital 5	DB5
Digital 6	DB6
Digital 7	DB7
Digital 8	RS (Data/Signal Display)
Digital 9	Enable
Digital 10	Backlight Control

Perakitan Alat

Langkah-langkah yang dilakukan dalam kegiatan ini untuk merakit alat adalah sebagai berikut:

- Pemasangan *konveyor belt*.
Menyiapkan *konveyor belt*, roller, *screw*, *nut*, dan komponen mekanik lainnya, dan memasangkannya pada papan utama. Memasang motor DC dengan *gearbox* sebagai penggerak *konveyor belt*.
- Menghubungkan adaptor 12 VDC ke *board arduino*, dan 220 VAC ke PS.
Menghubungkan masukan AC fasa tunggal 220 V pada catu daya, dan menghubungkan adaptor 12 VDC dengan masukan *jack* input DC pada *board arduino*.
- Menghubungkan catu daya 5 V dan luaran *board arduino* ke *driver board L298n*.
Menghubungkan luaran 5 V catu daya ke masukan tegangan supply *driver board L298n*. Memastikan bahwa *jumper* regulator tegangan +5V dari *driver board* terhubung. Menghubungkan enable ENA dan ENB dengan menggunakan *jumper* pada *driver board*.
- Menghubungkan arduino dengan *driver board L298n*
Memasang kabel output digital dari arduino menuju IN1, IN2, IN3, dan IN4.
- Menghubungkan *Driver Board* ke motor DC penggerak *konveyor belt*.

Memasang kabel output A+ dan A- menuju motor konveyor masukan, dan output B+ dan B- menuju motor DC konveyor sortir.

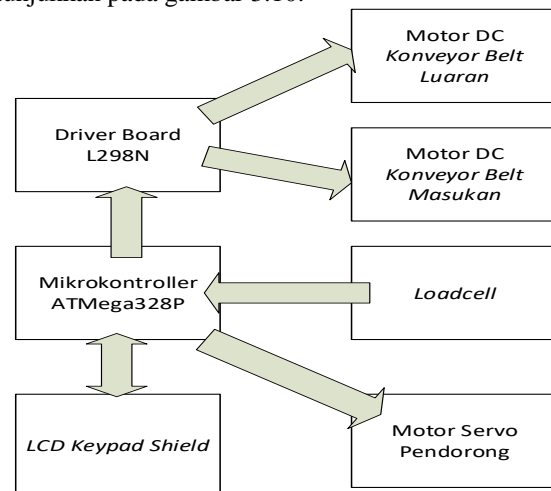
- Menghubungkan motor servo.
Memasang kabel dari catu daya 5V menuju terminal pasok + dan - pada motor servo, serta menghubungkan kabel sinyal motor servo dengan output PWM dari arduino.
- Menghubungkan mikrokontroler dengan modul HX711
Memasang kabel luaran loadcell menuju masukan pada modul HX-711. Dan menghubungkan kabel luaran modul HX-711 menuju pin masukan pada arduino.

Perancangan Pemrograman

Perancangan pemrograman bertujuan untuk merancang suatu program mikrokontroler sebagai pengolah data nilai variabel (*keypad* dan sensor), menampilkan suatu karakter pada LCD dan mengatur kecepatan motor DC dan servo. Perancangan program menggunakan Arduino dengan *sketch IDE* dari program tersebut. Selain itu juga perlu penambahan *External Library* sesuai dengan sensor dan *extension board*.

Perancangan Algoritma Pemrograman

Pemrograman mikrokontroler ATmega328P yang terpasang pada *board Arduino Uno R3* dibuat sesuai dengan rancangan hierarki antarmuka alat seperti ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Hierarki Antarmuka Antar Sensor, Mikrokontroler, dan Aktuator

(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

External Library

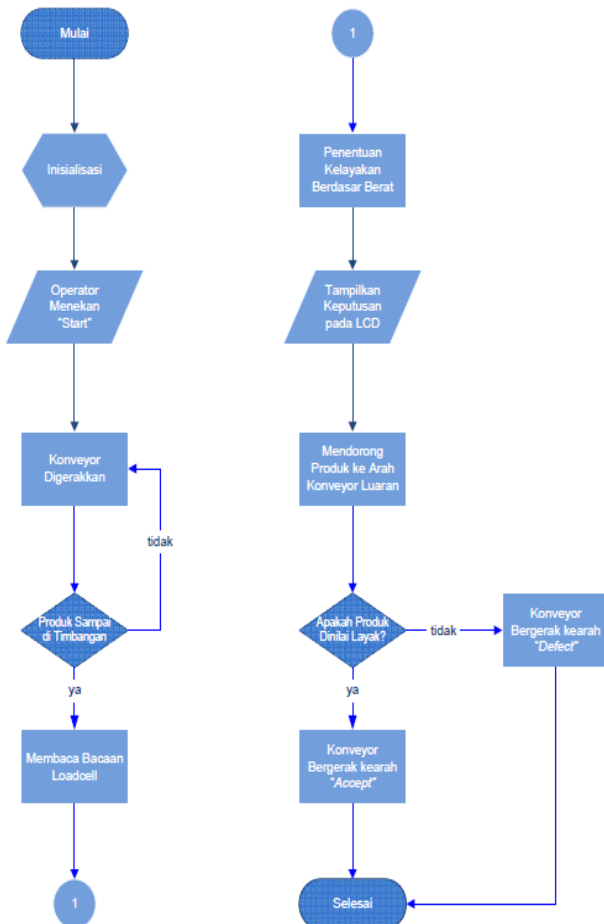
Dalam pemrograman mikrokontroler yang terhubung dengan board arduino dan dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE, terdapat beberapa *external library* yang digunakan sesuai dengan kebutuhan pemrograman ini. *External library* tersebut digunakan untuk komunikasi dengan modul HX-711 terhubung loadcell, yaitu menggunakan library <hx711.h>, dan antarmuka dengan LCD Keypad Shield dalam membaca bacaan masukan dari keypad dan menampilkan luaran ke

LCD keypad, menggunakan library <LiquidCrystal.h> dan <DFR_LCD_Keypad.h>.

Cara Kerja Alat

Urutan kerja alat akan mengikut logika sebagai berikut:

- a. Operator manusia akan memilih 'start' untuk memulai operasi sortir produk deodoran.
- b. Konveyor belt masukan berputar membawa produk deodoran yang akan ditimbang, ke arah bagian penimbangan.
- c. Ketika produk telah sampai di bagian penimbangan, konveyor belt masukan akan berhenti bekerja.
- d. Produk deodoran kemudian ditimbang, untuk dipastikan bahwa beratnya memenuhi standard.
- e. Setelah penimbangan selesai, hasil penimbangan akan dijadikan bahan pengambilan keputusan apakah produk yang ditimbang dapat diterima atau tidak.
- f. Produk kemudian didorong oleh motor servo menuju konveyor belt luaran.
- g. Konveyor belt luaran akan berputar, dengan arah putaran sesuai dengan hasil pengambilan keputusan sebelumnya. Apabila lulus pengecekan berat, produk akan didorong ke arah "accept", sementara apabila gagal, produk akan didorong ke arah "reject".



Gambar 3.11 Diagram Alir Alat
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Pengujian

Pengujian awal adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari masing-masing sub-sistem.

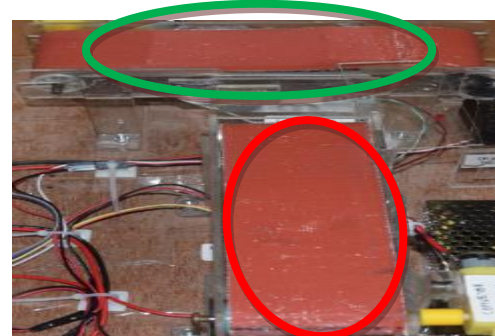
Pengujian Konveyor

Pengujian Konveyor Maju

Langkah pertama dalam pengujian ini adalah menguji konveyor maju (lingkaran merah gambar 3.12).

Tabel 3.3
Data Hasil Pengujian Konveyor Maju

Percobaan #	Benda Uji #	Hasil
1	1	Berhasil
2	2	Berhasil
3	3	Berhasil
4	4	Gagal
5	5	Berhasil
6	1	Gagal
7	2	Gagal
8	3	Berhasil
9	4	Berhasil
10	5	Berhasil



Gambar 3.12 Konveyor Maju dan Sortir
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Pengujian Konveyor Sortir

Langkah kedua dalam pengujian ini adalah menguji konveyor sortir (lingkaran hijau gambar 3.12)

Tabel 3.4
Data Hasil Pengujian Konveyor Sortir

Percobaan #	IN 3	IN 4	Pergerakan	Kesesuaian
1	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai
2	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai
3	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai
4	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai
5	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai
6	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai
7	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai

8	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai
9	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai
10	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai

Pengujian Bagian Penimbangan Terhubung HX711

Hasil pengujian penimbangan terhubung HX711 dituangkan kedalam tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5

Data Hasil Pengujian Penimbang Terhubung HX711

Pengujian #	Benda Uji #	Nilai Bacaan
1	1	103.6
2	2	96.8
3	3	104.2
4	4	103.2
5	5	103.1
6	1	103.6
7	2	96.8
8	3	104.2
9	4	103.2
10	5	103.1

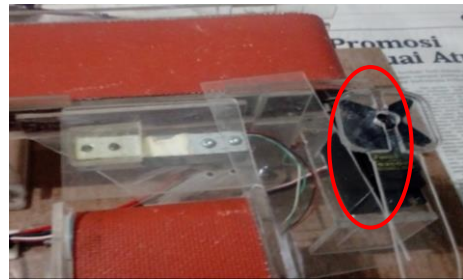
Pengujian Motor Servo Pendorong

Hasil pengujian tertuang pada tabel 3.6.

Tabel 3.6

Data Hasil Pengujian Motor Servo Pendorong

Pengujian #	Benda Uji #	Hasil
1	1	Gagal
2	2	Gagal
3	3	Gagal
4	4	Gagal
5	5	Gagal
6	1	Gagal
7	2	Gagal
8	3	Gagal
9	4	Gagal
10	5	Gagal



Gambar 3.13 Motor Servo Pendorong
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Hasil pengujian awal untuk motor servo pendorong tidak berhasil mendorong pada sepuluh kali percobaan, karena produk terjatuh. Untuk itu, akan dilakukan modifikasi cara kerja yang dituangkan pada bab berikutnya.

Pengujian Keypad Shield

Pengujian keypad shield bertujuan untuk memastikan bahwa masukan dan luaran menuju dan dari Arduino telah berfungsi sebagaimana diinginkan.



Gambar 3.13 LCD Keypad Shield
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Tabel 3.7

Data Hasil Pengujian Keypad Shield

Fungsi	Hasil Percobaan
Keypad Up	Berfungsi
Keypad Down	Berfungsi
Keypad Left	Berfungsi
Keypad Right	Berfungsi
Keypad Select	Berfungsi
LCD Display	Berfungsi

IV. HASIL DAN ANALISIS

Analisa Hasil Pengujian Awal

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada sub bab 3.4, didapati bahwa perlu dilakukan suatu tindakan pada bagian konveyor maju, dan pada bagian motor servo pendorong.

Analisa Hasil Pengujian Konveyor

Pengujian bagian konveyor terbagi dalam dua tahap yaitu konveyor maju dan konveyor sortir.

Analisa Hasil Pengujian Konveyor Maju

Pada pengujian awal, didapati bahwa bagian konveyor maju mengalami masalah produk deodoran jatuh pada saat didorong dari akhir konveyor maju menuju tempat penimbangan. Tingkat keberhasilan pengujian ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1
Data Analisa Pengujian Konveyor Maju

Percobaan #	Benda Uji #	Hasil	Score
1	1	Berhasil	1
2	2	Berhasil	1
3	3	Berhasil	1
4	4	Gagal	0
5	5	Berhasil	1
6	1	Gagal	0
7	2	Gagal	0
8	3	Berhasil	1
9	4	Berhasil	1
10	5	Berhasil	1

Dari tabel tersebut didapatkan nilai (*score*) berhasil “1” sebanyak 7 kali dan *score* gagal “0” sebanyak 3 kali dalam 10 kali pengujian. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung.

$$\text{Tingkat Keberhasilan} = \frac{7}{10} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.1)$$

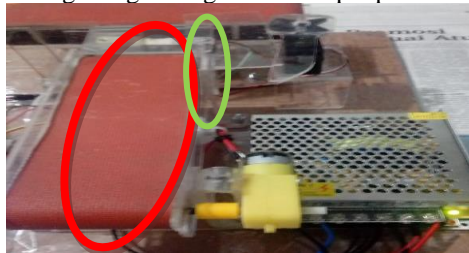
$$= 70 \%$$

Penyempurnaan Konveyor Maju dan Analisa

Penyempurnaan pertama dilakukan terhadap fungsi dari konveyor maju. Penyempurnaan ini bertujuan untuk mengurangi jatuh yang terjadi saat produk deodoran berpindah dari ujung konveyor maju menuju tempat penimbangan. Penyempurnaan akan dilakukan dengan memasang *guiding rail* untuk memandu pergerakan produk agar mencapai tempat yang disasar pada tempat penimbangan. Langkah-langkah penyempurnaan adalah sebagai dijabarkan berikut.

Langkah pertama adalah menyiapkan *guiding rail*. *Guiding rail* dibuat dari bahan acrylic dengan tebal 2 mm. Ukuran *guiding rail* disesuaikan untuk memastikan dapat melingkupi mulai dari ujung akhir konveyor maju, hingga bagian atas tempat penimbangan.

Langkah kedua adalah pemasangan *guiding rail* pada sisi sebelah kanan konveyor maju. Pemasangan dilakukan pada bagian kanan untuk memastikan produk deodoran yang berada pada posisi agak kekanan dapat diarahkan kembali ke bagian agak tengah dari tempat penimbangan.



Gambar 4.1 Konveyor Maju dan Guiding Rail
(Sumber: Data pribadi - Perancangan)

Langkah ketiga adalah melakukan uji ulang bahwa pemasangan telah berhasil memastikan produk deodoran dapat sampai ke tempat penimbangan tanpa terjatuh. Pengujian dilakukan dengan meletakkan produk deodoran

sebanyak lima kali pada konveyor maju, dan akan dinyatakan berhasil apabila deodoran sampai ke tempat penimbangan tanpa terjatuh. Hasil pengujian adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2
Data Analisa Pengujian Konveyor Maju Dengan Guiding Rail

Percobaan #	Benda Uji #	Hasil	Score
1	1	Berhasil	1
2	2	Berhasil	1
3	3	Berhasil	1
4	4	Berhasil	1
5	5	Berhasil	1
6	1	Berhasil	1
7	2	Berhasil	1
8	3	Berhasil	1
9	4	Berhasil	1
10	5	Berhasil	1

Dari tabel tersebut didapatkan nilai (*score*) berhasil “1” sebanyak 10 kali dan *score* gagal “0” sebanyak 0 kali dalam 10 kali pengujian. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung.

$$\text{Tingkat Keberhasilan} = \frac{10}{10} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.2)$$

$$= 100 \%$$

Analisa Hasil Pengujian Konveyor Sortir

Tabel 4.3
Data Analisa Pengujian Konveyor Sortir

Percobaan #	IN 3	IN 4	Pergerakan	Kesesuaian	Score
1	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai	1
2	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai	1
3	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai	1
4	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai	1
5	HIGH	LOW	ACCEPT	Sesuai	1
6	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai	1
7	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai	1
8	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai	1
9	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai	1
10	LOW	HIGH	REJECT	Sesuai	1

Dari tabel tersebut didapatkan nilai (*score*) sesuai “1” sebanyak 10 kali dan *score* gagal “0” sebanyak 0 kali dalam 10 kali pengujian. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung.

$$\text{Tingkat Kesesuaian} = \frac{10}{10} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.3)$$

$$= 100 \%$$

Analisa Hasil Pengujian Penimbang Terhubung X711

Tabel 4.4

Data Analisa Pengujian Penimbang Terhubung HX711

Pengujian #	Benda Uji #	Nilai Bacaan	Score
1	1	103.6	1
2	2	96.8	1
3	3	104.2	1
4	4	103.2	1
5	5	103.1	1
6	1	103.6	1
7	2	96.8	1
8	3	104.2	1
9	4	103.2	1
10	5	103.1	1

Dari tabel tersebut didapatkan nilai (*score*) sesuai “1” sebanyak 10 kali dan *score* gagal “0” sebanyak 0 kali dalam 10 kali pengujian. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung.

$$\begin{aligned} \text{Tingkat Kesesuaian} &= \frac{10}{10} \times 100 \% \\ \dots\dots\dots (4.4) &= 100 \% \end{aligned}$$

Analisa Hasil Pengujian Motor Servo Pendorong

Tabel 4.5

Data Analisa Pengujian Motor Servo Pendorong

Pengujian #	Benda Uji #	Hasil	Score
1	1	Gagal	0
2	2	Gagal	0
3	3	Gagal	0
4	4	Gagal	0
5	5	Gagal	0
6	1	Gagal	0
7	2	Gagal	0
8	3	Gagal	0
9	4	Gagal	0
10	5	Gagal	0

Dari tabel tersebut didapatkan nilai (*score*) berhasil “1” sebanyak 0 kali dan *score* gagal “0” sebanyak 10 kali dalam 10 kali pengujian. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung.

$$\begin{aligned} \text{Tingkat Keberhasilan} &= \frac{0}{10} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.5) \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

Penyempurnaan Motor Servo Pendorong dan Analisa

Pertama, dilakukan pembatasan sudut dorongan. Karena batasan ini bersifat *programmatikal*, maka perubahannya dilakukan dengan mengubah kode yang ada di arduino. Kode awal adalah sebagai berikut:

```
Line 277:
serpos = 30;
myservo.write(serpos);
delay(400);
for(serpos=30;serpos<135;serpos+=1){ //Serpos 135 = 180°
myservo.write(serpos);
}
```

Pengubahan dilakukan pada loop ‘for’ dengan membatasi batas akhir menjadi 100° (sekitar nilai 75).

```
Line 277:
serpos = 30;
myservo.write(serpos);
delay(400);
for(serpos=30;serpos<75;serpos+=1){ //Serpos 75 = 100°
myservo.write(serpos);
}
```

Kemudian untuk membatasi kecepatan dorongan dari motor servo pendorong, digunakan fungsi *delay()* yang merupakan fungsi bawaan dari Arduino IDE. Maka kode akhir menjadi sebagai berikut:

```
Line 277:
serpos = 30;
myservo.write(serpos);
delay(400);
for(serpos=30;serpos<75;serpos+=1){ //Serpos 75 = 100°
myservo.write(serpos);
delay(100); //Memperlambat kecepatan dorongan
}
```

Tabel 4.6

Data Analisa Pengujian Penyempurnaan Motor Servo Pendorong

Pengujian #	Benda Uji #	Hasil	Score
1	1	Berhasil	1
2	2	Berhasil	1
3	3	Berhasil	1
4	4	Berhasil	1
5	5	Berhasil	1
6	1	Berhasil	1
7	2	Berhasil	1
8	3	Berhasil	1
9	4	Berhasil	1
10	5	Berhasil	1

Dari tabel tersebut didapatkan nilai (*score*) berhasil “1” sebanyak 10 kali dan *score* gagal “0” sebanyak 0 kali dalam 10 kali pengujian. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung.

$$\begin{aligned} \text{Tingkat Keberhasilan} &= \frac{10}{10} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.6) \\ &= 100 \% \end{aligned}$$

Analisa Hasil Pengujian Keypad Shield

Tabel 4.7
Data Analisa Pengujian Keypad Shield

Fungsi	Hasil Percobaan	Score
Keypad Up	Berfungsi	1
Keypad Down	Berfungsi	1
Keypad Left	Berfungsi	1
Keypad Right	Berfungsi	1
Keypad Select	Berfungsi	1
LCD Display	Berfungsi	1

Dari tabel tersebut didapatkan nilai (*score*) berfungsi "1" sebanyak 5 kali dan score gagal "0" sebanyak 0 kali dalam 5 kali pengujian. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung.

$$\text{Tingkat Keberhasilan} = \frac{5}{5} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.7)$$

$$= 100 \%$$

Pengujian dan Analisa Akhir

Tabel 4.8
Data Analisa Hasil Pengujian Keseluruhan Akhir

Percobaan #	Produk #	Hasil Penimbangan	Hasil Sortir
1	1	103.6	Accept
2	2	104.2	Accept
3	3	103.2	Accept
4	4	103.1	Accept
5	5	96.8	Reject
6	1	103.6	Accept
7	2	104.3	Accept
8	3	103.2	Accept
9	4	103.1	Accept
10	5	96.8	Reject
11	1	103.6	Accept
12	2	104.2	Accept
13	3	103.3	Accept
14	4	103.1	Accept
15	5	96.8	Reject
16	1	103.6	Accept
17	2	104.2	Accept
18	3	103.2	Accept
19	4	103.1	Accept
20	5	96.7	Reject
21	1	103.5	Accept
22	2	104.2	Accept
23	3	103.2	Accept
24	4	103.2	Accept
25	5	96.8	Reject

Dari tabel tersebut didapatkan nilai (*score*) berfungsi "1" sebanyak 25 kali dan score gagal "0" sebanyak 0 kali dalam 25 kali pengujian. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung.

$$\text{Tingkat Keberhasilan} = \frac{25}{25} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.8)$$

$$= 100 \%$$

Dari hasil analisa dapat ditarik kesimpulan bahwa alat telah berhasil memenuhi tujuan perancangannya, yaitu

menjadi alat sortir (memisahkan produk menjadi "accept" atau "reject") berdasarkan berat yang handal (hasil penimbangan relatif konstan dan *repeatable*) dan dapat beroperasi secara kontinyu (percobaan dilakukan 25 kali berturut-turut tanpa masalah berarti).

V. PENUTUP

KESIMPULAN

Dari kegiatan yang telah dilakukan, komponen berikut digunakan dalam perancangan alat:

- *Microcontrollerboard* Arduino UNO
- *Driver Board* L298
- *Motor Servo* Futaba S3003
- *Loadcell* dan *Loadcell Amplifier* HX711
- Perancangan menggunakan Arduino IDE dan menggunakan *external library*.

Kesimpulan dari kegiatan ini adalah alat yang dirancang dapat melakukan fungsinya untuk melakukan sortir produk deodoran berdasarkan berat, dengan secara handal dan kontinyu.

SARAN

- Saran yang timbul dari kegiatan ini adalah:
1. Sistem sortir produk berdasarkan berat dapat digunakan sebagai bagian untuk upaya otomasi industri.
 2. Untuk meningkatkan efisiensi waktu ukur, dapat dilakukan dengan meningkatkan kecepatan konveyor, atau menggunakan konveyor dengan standard *industrial*.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Adafruit Industries. Datasheet . *DC Gearbox Motor*.
www.adafruit.com. Diakses 12 April 2018

Arduino. Datasheet. www.arduino.cc. Diakses 12 April

Avia Semiconductor. 2010. *24-bit Analog-to-Digital Converter for Weight Scale*. Chicago: Avia Semiconductor.

Bagiyo. 2015. Perencanaan dan Pembuatan Sistem Sortir Semen Berdasarkan Berat Berbasis PLC Allen Bradley (Pico Controllers). Skripsi. Malang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Malang.

Barrett, Steven F. 2012. *Arduino Microcontroller: Processing for Everyone! Second Edition*. Wyoming: University of Wyoming.

Fansuri. 2012. Rancang BAngun Sistem Pengaman Kebakaran Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S51. Skripsi. Depok: Jurusan Teknik Elektro Universitas Gunadarma.

Febrianto, M. Aldiki. 2014. Perancangan dan Pembuatan Alat Pengurai Asap Rokok pada Smoking Room Menggunakan Kontroler PID. Skripsi. Malang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Parsa, I Made. 2018. *Motor-motor Listrik*. Kupang: Penerbit CV. Rasi Terbit

Nusyura, Fauzan. 2015. Pengendalian Suhu Pada Prosesor Laptop Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. Skripsi.

- Malang: Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Futaba. 2010. *S3003 Futaba Servo2*. Tokyo: Futaba.
- Priskila. 2017. Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller ATmega 8535. Skripsi. Manado: Jurusan Teknik Elektro UNSRAT.
- ST Electronics. 2000. *Dual Full-Bridge Driver*. Singapore: ST Electronics.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.