

Sistem Pengemasan Makaroni Berdasarkan Berat pada Konveyor Berbasis Mikrokontroler

The Macaroni Packaging System Based On Weight in Conveyors Based Microcontroller

Eva Damayanti ^{1,*}, Sandithya Rizky Mandiri ²

¹ Teknik Otomasi, Politeknik TEDC Bandung

Jl. Pesantren No.2, Cibabat, Kec. Cimahi Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat 40513

² Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Komputer Indonesia

Email : evadamayanti@poltektedc.ac.id

Abstrak – Produktivitas merupakan hal yang sangat penting, dikarenakan tingkat produktivitas akan berbanding lurus dengan keuntungan yang didapatkan. Guna melindungi produk dari bahaya pencemaran serta gangguan fisik berupa gesekan, benturan, serta getaran. Maka produk diperlukan kemasan untuk memeprekecil potensi kerusakan dan melindungi produk yang ada didalamnya. Selain itu kemasan merupakan salah satu bagian penting dalam produksi, dikarenakan pengemasan adalah tahapan akhir dari suatu produksi. Pengemasan memberikan bentuk-bentuk yang memudahkan produk untuk disimpan, diangkut, dan didistribusikan. Pengemasan juga sebagai sistem yang terkoordinasi untuk menyiapkan barang menjadi siap untuk dijual dan dipakai. Jika produsen melakukan pengemasan, dengan banyak menggunakan manusia sebagai pekerja, hal itu akan berdampak pada besarnya pengeluaran biaya produksi, dan tingkat produktivitas yang tidak stabil. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi pengeluaran biaya produksi dan waktu produksi lebih efisien. Penelitian ini menggunakan teknologi terbaru dibidang pengemasan, dimana menggunakan arduino mega sebagai pengendali sistem, dan menggunakan konveyor sebagai penggerak makaroni, dimana nanti makaroni tersebut akan diproses secara bertahap. Didalam konveyor menggunakan motor dc sebagai penggerak konveyor, motor servo sebagai pembuka dan penutup penyimpanan makaroni. Selain itu, load cell (sensor berat) yang berguna untuk membandingkan besaran berat dengan listrik. Dimana load cell tersebut akan digunakan sebagai batasan berat antara makaroni dan nilai berat yang kita inginkan. Adapun presentase error yang dihasilkan untuk 50 gram presentase error yang dihasilkan 4.244%, 100 gram presentase error yang dihasilkan 0.63%, dan 150 gram presentase error yang dihasilkan 0.78%.

Kata kunci : produktivitas, pengemasan, arduino mega, *load cell*, motor servo, konveyor.

Abstract - Productivity is very important, because the level of productivity will be directly proportional to the profits obtained. To protect the product from the dangers of pollution and physical disturbances such as friction, impact, and vibration. Then the product needs packaging to minimize potential damage and protect the products inside. In addition packaging is one of the important parts in production, because packaging is the final stage of a production. Packaging provides forms that make it easier for products to be stored, transported and distributed. Packaging is also a coordinated system to prepare goods to be ready for sale and use. If the producers do packaging, by using a lot of people as workers, it will have an impact on the amount of production costs, and unstable productivity levels. This research aims to reduce production costs and production time more efficiently. This study uses the latest technology in the field of packaging, which uses Mega Arduino as a system controller, and uses conveyors as a driver of macaroni, where later the macaroni will be processed in stages. In conveyors using dc motors as conveyor drives, servo motors as opening and closing macaroni storage. In addition, load cells (heavy sensors) are useful for comparing the amount of weight with electricity. Where the load cell will be used as the weight limit between macaroni and the weight value we want. The percentage of error generated for 50 grams is the percentage of error generated 4.244%, the 100 gram percentage of error produced is 0.63%, and the 150 gram percentage of error generated is 0.78%.

Keyword : productivity, packaging, arduino mega, *load cell*, motor servo, conveyor.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada zaman ini, ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami kemajuan dengan sangat cepat. Hal ini berdampak sangat besar pada berbagai bidang industri, termasuk industri makanan. Seiring dengan berjalannya waktu dan permintaan konsumen yang meningkat, macam-macam industri telah mengalami perkembangan. Dalam dunia industri sungguh sangat dibutuhkan keefesienan alat dalam beroperasi, karena industri berpacu dengan rentang waktu yang singkat tetapi harus bisa menghasilkan produk yang banyak pula.

Dalam proses produksi rumahan biasanya masih menggunakan sistem pengemas makaroni yang dilakukan secara manual dan membutuhkan beberapa tenaga kerja, sehingga waktu yang diperlukan akan lebih lama dalam proses pengemasan. Bila proses pengemasan dilakukan secara semi otomatis maka akan lebih menguntungkan bagi pengusaha yang membuka usaha rumahan, karena dapat mengurangi beban biaya tenaga kerja.

Alat produksi dengan sistem konveyor yang biasanya hanya terdapat di industri besar sungguh sangat menguntungkan apabila dapat diaplikasikan pada produksi rumahan yang akan mengurangi biaya tenaga kerja. Menurut penelitian yang sudah dilakukan bahwa alat konveyor yang sudah ada saat ini belum sampai hingga sistem pengemasan, oleh karena itu sistem yang dapat mengemas hasil produksi dengan cepat dan ekonomis sangat dibutuhkan.

Dengan teknologi yang sudah diaplikasikan pada beberapa industri besar tidak menutup kemungkinan untuk direalisasikan alat tersebut. Alat konveyor yang akan penulis rancang sebagai proses produksi yang akan berkerja secara semi otomatis dan menghemat tenaga manusia yaitu alat konveyor yang dapat mengemas makaroni secara bertahap. Sebagai contoh menimbang, membawa menggunakan konveyor dan membungkus.

Industri makanan adalah contoh dari lingkungan yang begitu dinamis. Pelanggan memiliki harapan tinggi untuk keamanan pangan dan permintaan yang meningkat untuk makanan yang diproduksi secara berkelanjutan[1]. Stabilitas adalah konsekuensi dari kenyataan bahwa otomatisasi mengurangi biaya produksi menggunakan tenaga kerja, dan dengan demikian menghambat otomatisasi lebih lanjut dan mendorong terciptanya tugas-tugas baru [2]. Alat

ini dibuat dengan menggunakan arduino mega (sebagai pengendalinya), *load cell* (sebagai sensor beratnya), motor servo (sebagai sistem buka tutup ruang pembuangan penampungan makaroni, motor dc (sebagai penggerak konveyor), dan bahan lain.

Pertama, kita mengaktifkan alat ini kita harus memasukan jumlah berat yang kita inginkan menggunakan keypad dalam satuan gr. berat itu nantinya digunakan sebagai batasan pembacaan *load cell*. Kedua, motor servo 1 akan membuka lubang penampungan makaroni yang langsung dibandingkan antara masukan yang sudah kita buat, dengan berat makaroni yang ditimbang oleh *load cell*. Jika berat antara makaroni dan nilai yang sudah di tentukan itu sama, maka otomatis motor servo 2 akan menjatuhkan makaroni yang sudah di timbang ke konveyor. Konveyor akan membawa makaroni itu ke tempat pengemasan, dimana disana sudah di sediakan plastik sebagai wadah makaroni. Bila waktu yang sudah di tentukan untuk konveyor sudah habis maka otomatis motor dc akan bergerak memanaskan plastik yang berisi makaroni yang sudah di timbang agar plastik tersebut rekat.dimana untuk merekatkan pelastik tersebut kita menggunakan motor dc yang nanti nya motor dc akan bergerak maju untuk menghimpit plastik ke pemanas jika nanti motor dc tersebut menyentuh limit seitch dalam artian motor dc sudah merekatkan plastik maka motor dc akan kembali kekeadaan awal.dan sistem alat ini akan kembali ke semula.

Dalam dunia pasar global saat ini dan persaingan yang ketat di setiap produk seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen, menjadi keharusan bagi perusahaan untuk mencari cara meningkatkan produktivitas mereka dalam hal menjaga keselamatan, menggunakan bahan kemasan yang berkelanjutan, menerapkan teknologi yang fleksibel dan standar, dan mengadopsi teknologi yang telah terbukti prinsip manajemen [3].

B. State Of Art

Motor servo sangat diperlukan dalam industri modern. Motor servo digunakan dalam berbagai aplikasi dalam industri elektronik dan robotika yang mencakup pemosisian presisi serta kontrol kecepatan. Motor servo menggunakan pengontrol umpan balik untuk mengontrol kecepatan atau posisi, atau keduanya [4].

Selain itu motor servo dari segi pengendaliannya itu sangat mudah kita hanya memerlukan driver motor untuk mengendalikan motor srvo tersebut. Mikrokontroler dapat

dianggap sebagai komputer tujuan khusus satu-chip yang didedikasikan untuk menjalankan aplikasi tertentu. Seperti pada komputer serba guna, mikrokontroler terdiri dari memori (RAM, ROM, Flash), peripheral I / O, dan inti prosesor. Namun, dalam mikrokontroler, inti prosesor tidak secepat di komputer umum, ukuran memori juga lebih kecil [5].

Mikrokontroler sangat populer di kalangan penghobi, perancang, dan profesional untuk membangun produk konsumen berukuran kecil hingga menengah dan sirkuit control, dan juga sistem berbasis mikrokontroler berbiaya rendah [6]. Saat ini banyak orang mencoba menggunakan arduino karena membuat semuanya menjadi lebih mudah karena versi C++ yang disederhanakan dan mikrokontroler Arduino yang sudah dibuat yang dapat Anda program, hapus, dan program ulang pada waktu tertentu[7].

Selain itu harga arduino itu sangat terjangkau dibanding kan kita harus membeli *programmable logic control* (PLC) yang banyak di pakai di industri besar yang harga nya cukup mahal,karena kita menggunakan alat ini untuk industri rumahan yang cukup dengan sistem arduino. Untuk memulai arduino cukup mudah dengan menyambungkan kabel printer dari komputer ke arduino atau dari adaptor kurang dari 12v ke arduino [8].

Arduino memiliki beberapa jenis kit diantaranya arduino uno, arduino Nano (untuk penggunaan kompak), arduino leonardo, arduino LilyPad (untuk aplikasi yang dapat dipakai), arduino Fio (untuk komunikasi nirkabel), arduino MEGA,dan masih banyak lagi [9]. Berat adalah faktor penting dalam berbagai industri, termasuk daur ulang, penanganan bahan, logistik, agregat, dan makanan dan minuman. Industri-industri ini mengandalkan solusi penimbangan untuk memberikan hasil penimbangan yang akurat dan berulang untuk membantu mengoptimalkan operasi dan produksi, meningkatkan manajemen inventori, dan meningkatkan akurasi penagihan untuk memastikan pendapatan maksimum dan kepuasan pelanggan.

Oleh karena itu banyak orang menggunakan teknologi penimbangan untuk mengukur suatu berat dimana dalam industri makan penimbangan berat itu sangatlah penting dikarenakan setiap produk makan harus memiliki takaran yang pas karena jika tidak itu akan sangat merugikan si pelaku usaha tersebut. Pada tahun 1843, fisikawan Inggris Charles Wheatstone merancang

sirkuit jembatan yang dapat mengukur hambatan listrik. Sirkuit jembatan *wheatstone* sangat ideal untuk mengukur perubahan resistansi yang terjadi pada *strain gauge*. Meskipun pengukur regangan kawat berikat resistansi pertama dikembangkan pada 1940-an, tidak sampai elektronik modern mengetahui bahwa teknologi baru menjadi layak secara teknis dan ekonomis. *Strain gauge load cell* menawarkan akurasi mulai dari skala penuh 0,03% hingga 0,25% dan cocok untuk semua aplikasi industri.

Oleh karena itu sekarang banyak yang beralih dari penimbangan mekanik ke penimbangan digital yang menggunakan *load cell* dikarenakan keakurasian yang sangat tinggi, dan *load cell* telah digunakan pada beban kendaraan dengan berat sistem. Banyak desain *load cell* telah digunakan untuk mendeteksi kondisi kelebihan muatan. *Load cell* telah terbukti memberikan solusi yang layak, dan *load cell* sangat terjangkau dan tersedia dimana pun [10]. *Load cell* juga dapat dengan mudah mengubah atau membandingkan besaran berat menjadi besaran listrik setelah ada penemuan tersebut,yang nanti datanya oleh mikrokontroller arduino mega.dimana pada *load cell* memiliki berat maksimal menimbang.

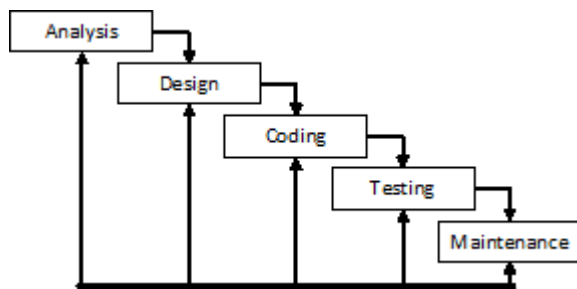
C. Tujuan

Kami membuat alat ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dalam pengemasan makaroni, mengurangi jumlah pengeluaran untuk membayar pegawai, juga menaikkan tingkat kualitas kesterilanan makan,dan meningkatkan keakurasian berat pada makaroni karena menggunakan *load cell* sebagai sensor yang memiliki akurasi yang sangat tinggi membuat makaroni bisa di atur berat nya. Dalam sistematika jurnal ini kami akan berfokus pada beberapa pembahasan diantaranya.

Pertama Pendahuluan yang merupakan gambaran umum isi penelitian yang terdiri dari latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian. Keaslian penelitian, definisi istilah dan sistematika pembahasan. Kedua, metode penelitian yang berisi pendekatan dan jenis penelitian, kehadiran peneliti, latar penelitian, data dan sumber data penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data dan pengecekan keabsahan data. Ketiga laporan hasil penelitian yang berisi tentang paparan data dan hasil penelitian. Dan keempat adalah penutup yang berisi tentang simpulan, implikasi dan saran

II. METODE

Perancangan sistem pengemasan makaroni berdasarkan berat pada konveyor berbasis Mikrokontroler dengan menggunakan metode *waterfall*. Metode yang menggunakan prinsip secara berurutan di mana semua akan dieksekusi dari atas sampai bawah yaitu metode *waterfall*. Metode *waterfall* berisikan analisis, desain, kode program, pengujian, dan perawatan. dapat kita lihat pada **Gambar 1** berikut ini.



Gambar 1. Diagram waterfall

Alasan kami menggunakan metode *waterfall* antara lain metode *waterfall* memiliki prose yang urut sangat cocok untuk system yang kami buat dimana sistem kami alurnya menurun dari analisis lapangan alat apa yang dibutuhkan dilingkungan sekitar, desain alat nya seperti apa yang pastinya sangat penting untuk membuat daya tarik lebih, kode program yang benar, pengujian, dan perawatan yang baik agar alat bisa bertahan lebih lama. Selain itu *waterfall* adalah metode yang setiap proses nya memiliki spesifikasi nya sendiri, sehingga sistem kami dapat di kembangkan sesuai apa yang kita kehendaki, dan juga metode *waterfall* sangat cocok untuk sistem operasi komputer.

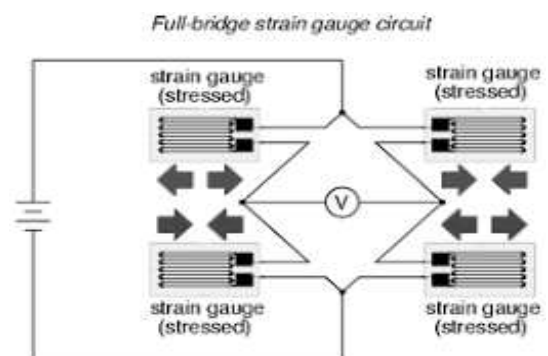
Sistem pengemasan makaroni berdasarkan berat pada konveyor berbasis mikrokontroler ini, menggunakan metode jembatan *wheatstone* dan pada pengukuran berat makaroni. *Strain gauge* terbuat dari kawat yang sangat lembut, dianyam berkali-kali hingga menyerupai kotak dan ditempelkan pada kertas atau plastik sebagai medianya. Kawat yang digunakan dari jenis tembaga berlapis nikel yang memiliki diameter antara satu berbanding seribu (0.001) inci.

Kawat tersebut ditata bolak-balik untuk memaksimalkan panjang kawat sebagai reaksi terhadap tekanan/gaya yang bersentuhan dengannya. *Strain gauge* dapat dibuat dengan berukuran sangat kecil. *Load cell* dapat dibuat dengan melekatkan *strain gauge* yang kuat pada

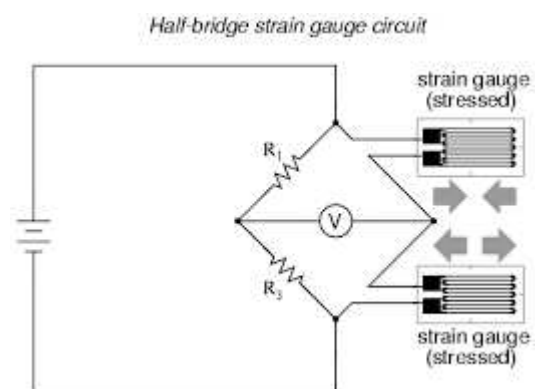
logam sebagai bagian dari penerima beban (*load receptor*). Dimana cara kerja dari *strain gauge* adalah ketika benda uji (specimen) mengalami regangan yang sudah terpasang *strain gauge*, mengakibatkan regangan itu terhantar melewati isolatif pada foil atau penghantar resistif di dalam gauge tersebut.

Hal tersebut akan berakibat merubahnya nilai resistansi pada foil atau penghantar halus. Perubahan hambatan ini akan berdampak juga dengan besarnya regangan. *Strain gauge* ini disusun sedemikian rupa sehingga membentuk jembatan *wheatstone*. Pemasangan *strain bridge* pada jembatan *wheatstone* ada 2 jenis yaitu *strain gauge full bridge* dan *strain gauge half bridge*. Dimana perbedaan dari keduanya adalah jika *full bridge* tidak memerlukan resistansi (hambatan), berbeda dengan yang *half bridge* perlu resistansi tambahan agar dapat membentuk jembatan *wheatstone*.

Pada penggunaan alat ini kita menggunakan *load cell* yang menggunakan metode *full bridge* jadi tidak memerlukan resistor untuk membentuk jembatan *wheatstone*, yang memiliki tingkat ke akurasian yang cukup baik. Bisa kita lihat ilustrasi dari *strain gauge full bridge* pada **Gambar 2**, dan *strain gauge half bridge* pada **Gambar 3**.



Gambar 2. Strain gauge full bridge



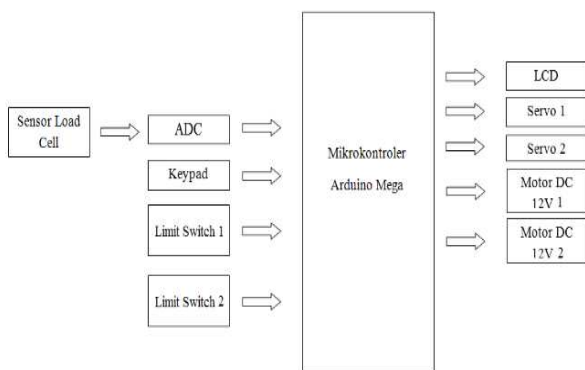
Gambar 3. Strain gauge half bridge

Metode jembatan wheatstone yaitu melakukan perbandingan antara besar resistansi yang belum diketahui dengan besar resistansi yang telah diketahui yang dalam keadaan seimbang jarum galvanometer menunjukkan skala nol. Akan tetapi tegangan keluaran dari *load cell* itu sangat kecil menyebabkan *load cell* ini tidak dapat langsung terhubung ke mikrokontroler melainkan memiliki rangkaian *op amp* yang menjadi penghubung antara mikrokontroler dan *load cell*. Rangkaian *op amp* yang kita gunakan adalah Hx 711 bisa kita lihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Hx-711

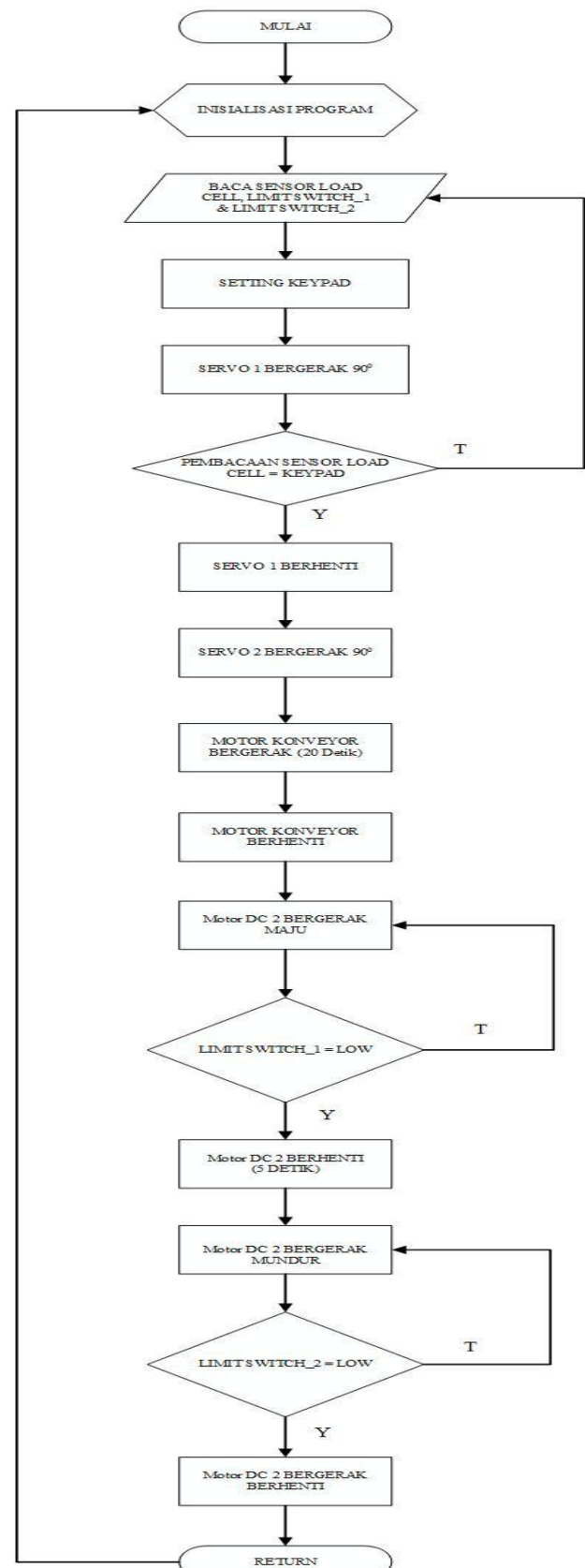
Setelah itu data diolah pada sistem dengan blok diagram pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Blok diagram

Dari blok diagram diatas yang sudah kita klasifikasi kan antara input proses dan output bisa kita simpulkan bahwa *load cell* itu adalah hal yang terpenting dalam sistem ini, dimana nantinya data *load cell* keluaran yang berupa tegangan itu akan diolah oleh *Analog to Digital Converters* (ADC) untuk dirubah ke sinyal digital agar bisa diproses oleh mikrokontroler dengan mudah. Limit switch 1 dan limit switch 2 itu digunakan untuk merekatkan penutup plastik yang sudah terisi makaroni yang sudah diatur beratnya limit switch akan tertekan oleh motor dc. berakibat motor dc kembali ke semula dan sistem kembali memproses macaroni selanjutnya yang akan di timbang. adapun

flowchart untuk mempermudah pembacaan alur sistem ini pada **Gambar 6**.



Gambar 6 . Flowchart

III. HASIL DAN DISKUSI

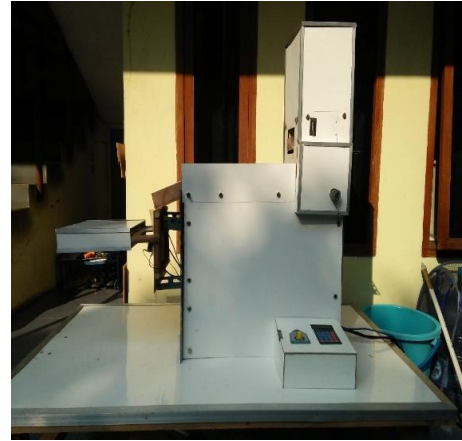
Pengujian akan dilakukan pada tiap-tiap blok sistem. Pengujian sistem dan analisis data merupakan suatu langkah untuk mengetahui sistem yang dibuat sesuai dengan yang direncanakan dan sesuai dengan teori atau tidak, jika tidak sesuai dengan teori, maka perbedaan tersebut dapat diketahui penyebabnya dari analisis data. Persiapkan terlebih dahulu alat-alat yang dibutuhkan dalam melakukan tahap pengujian. Adapun peralatan yang diperlukan tersebut diantaranya, timbangan digital untuk perbandingan dan alat ukur lainnya.

A. Pengujian Sistem Konveyor Pengemasan Makaroni Pada Usaha Rumahan

Pengujian sistem konveyor pengemasan makaroni dilakukan untuk melihat bisa digunakan pada usaha rumahan, dengan menguji setiap blok sistem yang ada pada konveyor.

Pertama, sistem kerja konveyor akan berfungsi dengan men-setting berat yang telah diinginkan pada keypad, motor servo 1 akan bergerak membuka/menutup apabila setting telah dilakukan untuk menjatuhkan makaroni sampai berat yang telah ditentukan pada sensor load cell (timbangan). Kedua, jika berat sudah sesuai dengan yang ditentukan maka motor servo 2 akan bergerak untuk menjatuhkan makaroni pada konveyor, lalu konveyor akan digerakkan oleh motor dc 1 selama 20 detik sampai makaroni masuk pada plastik yang telah disediakan oleh manusia. Ketiga, jika motor konveyor berhenti maka motor dc 2 akan bergerak maju untuk merekatkan plastik yang sudah terisi makaroni sesuai berat yang telah ditentukan pada settingan awal, pada saat motor dc 2 maju akan menekan limit switch 1 motor dc akan berhenti selama 5 detik untuk merekatkan plastik yang sudah terisi makaroni lalu motor dc 2 akan bergerak mundur sampai menekan limit switch 2 motor dc 2 akan berhenti.

Sistem konveyor pengemasan makaroni ini akan bekerja kembali dengan membuka/menutup penampung, menimbang, membawa makaroni dan merekatkan plastik dan seterusnya. Alat tersebut bisa kita lihat pada **Gambar 7**, **Gambar 8**, dan **Gambar 9**.



Gambar 7. Tampak samping konveyor keseluruhan



Gambar 8. Tampak depan konveyor



Gambar 9. Kontrol panel konveyor

B. Pengujian Sistem Konveyor Berdasarkan Berat

Pengujian *Load cell* ini untuk membandingkan *Load cell* yang telah dirancang dengan timbangan digital yang sudah ada. Dimana pengujian ini membandingkan

kepresisian *load cell* yang telah dirancang pada konveyor dengan menghitung persentase kesamaan dengan timbangan digital yang sudah ada. *Load cell* pada konveyor berfungsi untuk menimbang berat makaroni dimana pada saat motor servo 1 yang bergerak untuk menjatuhkan makaroni telah mencapai berat yang telah ditentukan pada settingan yang diinginkan. Bisa kita lihat data hasil perbandingan antara *load cell* dengan timbangan digital yang sudah terkalibrasi pada **Tabel I**, **Tabel II**, dan **Tabel III** berikut ini.

Tabel I. Perbandingan timbangan digital dengan *load cell* konveyor dengan set 50 gram

Percobaan	Set Point (gr)	Sensor Load Cell (gr)	Timbangan Digital	Presentase Error Load Cell (%)	Presentase Error Timbangan digital (%)
1	50	51.45	53	2.9	6
2	50	53.27	54	6.54	8
3	50	50.23	51	0.46	2
4	50	51.67	52	3.34	4
5	50	52.24	54	4.48	8
6	50	50.65	53	1.3	6
7	50	53.37	55	6.74	10
8	50	54.55	57	9.1	14
9	50	52.64	54	5.28	8
10	50	51.15	52	2.3	4
Rata-rata		52.122	53.5	4.244	7

Dari hasil pengujian **Tabel I** yaitu membandingkan data antara timbangan digital dengan timbangan yang terukur oleh *load cell* maka didapatkan *error* (%) sebagai berikut:

Error rata-rata untuk Beban 50 gram.

$$\begin{aligned}
 \text{Error}(\%) &= \frac{|\text{nilai pembanding}-\text{nilai pengukuran}|}{\text{nilai pembanding}} \times 100\% \\
 &= \frac{50-52.122}{52} \times 100\% \\
 &= \frac{2.122}{50} \times 100\% \\
 &= 0.04244 \times 100\% \\
 &= 4.244 \%
 \end{aligned}$$

Error rata-rata untuk Beban 50 gram perbandingan TD x Set Point.

$$\begin{aligned}
 \text{Error}(\%) &= \frac{|\text{nilai pembanding}-\text{nilai pengukuran}|}{\text{nilai pembanding}} \times 100\% \\
 &= \frac{50-53.5}{50} \times 100\% \\
 &= \frac{3.5}{50} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 0.07 \times 100\%$$

$$= 7 \%$$

Error rata-rata untuk Beban 100 gram perbandingan LC x Set Point. Dapat dilihat seperti pada **Tabel II**.

Tabel II. Perbandingan timbangan digital dengan *load cell* pada konveyor dengan set point 100 gram

Percobaan	Set Point (gr)	Sensor Load Cell (gr)	Timbangan Digital	Presentase Error Load Cell (%)	Presentase Error Timbangan digital (%)
1	100	100.65	102	0.65	2
2	100	100.81	103	0.81	3
3	100	100.55	105	0.55	5
4	100	100.65	107	0.65	7
5	100	100.38	108	0.38	8
6	100	100.48	102	0.48	2
7	100	100.72	104	0.72	4
8	100	100.82	106	0.82	6
9	100	100.67	104	0.67	4
10	100	100.57	104	0.57	4
Rata-rata		100.63	104.5	0.63	4.5

$$\begin{aligned}
 \text{Error}(\%) &= \frac{|\text{nilai pembanding}-\text{nilai pengukuran}|}{\text{nilai pembanding}} \times 100\% \\
 &= \frac{100-100.63}{100} \times 100\% \\
 &= \frac{0.63}{100} \times 100\% \\
 &= 0.0063 \times 100\% \\
 &= 0.63 \%
 \end{aligned}$$

Error rata-rata untuk Beban 100 gram perbandingan TD x Set Point.

$$\begin{aligned}
 \text{Error}(\%) &= \frac{|\text{nilai pembanding}-\text{nilai pengukuran}|}{\text{nilai pembanding}} \times 100\% \\
 &= \frac{100-104.5}{100} \times 100\% \\
 &= \frac{4.5}{100} \times 100\% \\
 &= 4.5 \times 100\% \\
 &= 4.5 \%
 \end{aligned}$$

Tabel III. Perbandingan timbangan digital dengan load cell pada konveyor dengan set point 150 gram

Percobaan	Set Point (gr)	Sensor Load Cell (gr)	Timbangan Digital	Presentase Error Load Cell (%)	Presentase Error Timbangan digital (%)
1	150	152.32	154	1.5466667	2.6666667
2	150	151.24	154	0.8266667	2.6666667
3	150	151.25	153	0.8333333	2
4	150	150.64	152	0.4266667	1.3333333
5	150	150.52	150	0.3466667	0
6	150	150.29	150	0.1933333	0
7	150	151.81	152	1.2066667	1.3333333
8	150	151.25	153	0.8333333	2
9	150	151.65	151	1.1	0.6666667
10	150	150.84	153	0.56	2
Rata-rata		151.181	152.2	0.78733333	1.4666667

Error rata-rata untuk Beban 150 gram perbandingan LC x Set Point. Dapat dilihat seperti pada **Tabel III**.

$$\begin{aligned}
 Error(\%) &= \frac{|\text{nilai pembanding}-\text{nilai pengukuran}|}{\text{nilai pembanding}} \times 100\% \\
 &= \frac{150 - 151,181}{150} \times 100\% \\
 &= \frac{1.181}{150} \times 100\% \\
 &= 0.0078 \times 100\% \\
 &= 0.78\%
 \end{aligned}$$

Error rata-rata untuk Beban 150 gram perbandingan TD x Set Point.

$$\begin{aligned}
 Error(\%) &= \frac{|\text{nilai pembanding}-\text{nilai pengukuran}|}{\text{nilai pembanding}} \times 100\% \\
 &= \frac{150 - 152.2}{150} \times 100\% \\
 &= \frac{2.2}{150} \times 100\% \\
 &= 0.01467 \times 100\% \\
 &= 1.467\%
 \end{aligned}$$

Untuk melihat *error* timbangan *load cell* secara keseluruhan, maka dihitung rata-rata *error* pada *load cell* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } error(\%) &= \frac{\text{Jumlah Error}}{\text{N data}} \times 100\% \\
 &= \frac{4.244 + 0.63 + 0.78}{3} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= \frac{5.654}{3} \times 100\%$$

$$= 1.88\%$$

Untuk melihat *error* timbangan *load cell* secara keseluruhan, maka dihitung rata-rata *error* pada timbangan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata } error(\%) = \frac{\text{Jumlah Error}}{\text{N data}} \times 100\%$$

$$= \frac{7 + 4.5 + 1.467}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{12.967}{3} \times 100\%$$

$$= 4.322\%$$

Berdasarkan hasil rata-rata *error* yang didapat, maka dapat diketahui bahwa *error* dari timbangan *load cell* yang dibuat diminimalkan dari pengkalibrasian *load cell* sudah hampir tepat. Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan membandingkan data saat beban ditimbang menggunakan timbangan digital yang sebenarnya dengan timbangan *load cell* yang sudah dibuat.

C. Pengujian Sistem Perakat Pada Konveyor

Sistem konveyor ini memiliki perekat plastik otomatis, pengujian perekat plastik pada sistem konveyor ini dinilai dengan seberapa baik perekat dapat merekatkan plastik kemasan yang digunakan. Sistem perekat ini akan berjalan secara otomatis setelah motor dc 1 yang menggerakkan konveyor berhenti lalu motor dc 2 akan menggerakkan sistem perekat plastik. Berikut ini hasil dari percobaan 1 sampai 10 dengan menggunakan sistem perekat plastik otomatis yang terdapat pada konveyor bisa dilihat pada **Gambar 10** sampai **Gambar 19** berikut ini:



Gambar 10. Percobaan 1



Gambar 14. Percobaan 5



Gambar 11. Percobaan 2



Gambar 15. Percobaan 6



Gambar 12. Percobaan 3



Gambar 16. Percobaan 7



Gambar 13. Percobaan 4



Gambar 17. Percobaan 8



Gambar 18. Percobaan 9



Gambar 19. Percobaan 10

Dari hasil pengujian perekat pada konveyor dapat dilihat pada **Gambar 10** sampai **Gambar 19** yaitu perekat yang sudah dibuat dapat mengemas plastik secara otomatis dan dari hasil perekatan terlihat bahwa plastik merekat dengan baik.

D. Pengujian dan Analisis Alat Secara Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui alat yang telah dibuat dapat berjalan secara baik dan benar antara software dan hardware. Untuk pengujian sistem konveyor yang telah dilakukan pertama penampung makaroni pada konveyor bekerja dengan baik lalu motor servo 1 untuk menjatuhkan makaroni pada timbangan *load cell* berkendala masih ada makaroni yang menyangkut pada saat motor servo 1 bergerak. Pada *load cell* yang digunakan memiliki tingkat *error* pada saat menimbang dengan berat 50 gram = 4.244%, berat 100 gram = 0.63%, berat 150 gram = 0.78% untuk rata-rata keseluruhan *error* pada *load cell* 1.88% dibandingkan dengan *Set point*. Pada perbandingan Timbangan digital dengan *Set point* memiliki tingkat *error* pada saat menimbang 50 gram = 7%, berat 100 gram = 4.5%, dan berat 150 gram = 1.467% untuk keseluruhan *error* perbandingan timbangan

digital dengan *set point* adalah 4.322%. Pada mekanik motor servo 2 yang berfungsi untuk menjatuhkan makaroni pada konveyor masih ada makaroni yang menyangkut pada timbangan *load cell*. Untuk motor dc 1 penggerak konveyor sudah berjalan dengan baik untuk membawa makaroni menuju perekat plastik. Pada perekat plastik telah bekerja dengan baik untuk merekatkan plastik secara otomatis.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Priskila Mega Nairi Manège dalam penelitiannya yang berjudul “Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller”. Dimana data yang didapat bisa kita lihat pada **tabel IV** berikut ini.

Tabel IV. Hasil perhitungan perbandingan pengukuran.

Timbangan <i>Load cell</i> (g) W_{td}	Timbangan digital [g] W_{ts}	Penyimpangan
1130	1130	0
1120	1120	0
1120	1120	0
1120	1120	0
1120	1125	5
1120	1130	10
1120	1130	10
1120	1125	5
1120	1120	0
1120	1125	5
11210	11245	35
Rata rata penyimpangan		6,3

Rata-rata hasil pengukuran timbangan *load cell*:

$$W_{td} = \frac{\sum_{i=0}^n w_i}{n}$$

$$= \frac{1130 + 1120 + 1120 + 1120 + 1120 + 1120 + 1120 + 1120 + 1120 + 1120}{10}$$

$$= \frac{11210}{10}$$

$$= 1121$$

Rata - rata hasil pengukuran timbangan digital :

$$W_{ts} = \frac{\sum_{i=0}^n w_i}{n}$$

$$= \frac{1130 + 1120 + 1120 + 1120 + 1125 + 1130 + 1130 + 1125 + 1120 + 1125}{10}$$

$$= \frac{11210}{10}$$

$$= 1124,5$$

Dengan demikian maka besarnya presentase kesalahan pada alat timbangan digital adalah sebagai berikut;

$$\begin{aligned}\text{Error}(\%) &= \frac{W_{ts} - W_{td}}{W_{ts}} \times 100\% \\ &= \frac{1124,5 - 1121}{1124,5} \times 100\% \\ &= \frac{3,5}{1124,5} \times 100\% \\ &= 0.00311 \times 100\% \\ &= 0.311\%\end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN

Setelah kami melakukan sebuah analisis, desain, kode program, pengujian ,dan perawatan dapat kami simpulkan diantaranya: Sistem bekerja dengan baik pada saat awal macaroni di masukan ke dalam penampung lalu, setelah itu kita memasukan nilai berat macaroni hingga system bekerja tidak ada terjadi masalah yang begitu signifikan. Pada saat melakukan pengujian jumlah *error* itu makin kecil nilai macaroni yang di timbang makin besar juga jumlah *error* yang di dapat, sebagai contoh data yang sudah kami ambil presentase *error* yang dihasilkan untuk 50 gram presentase *error* yang dihasilkan 4.244%, 100 gram presentase *error* yang dihasilkan 0.63%, dan 150 gram presentase *error* yang dihasilkan 0.78%. Pada saat macaroni sudah berada plastik lalu direkatkan itu berjalan dengan baik.

Dari hasil pengujian yang telah kami lakukan ada beberapa faktor kelemahan dari alat yang telah dibuat ini. Oleh karena itu kami membuat suatu saran kepada pembaca antara lain. Memperbaiki alat dari segi case agar lebih kokoh lagi konveyor nya menggunakan full metal

Menggunakan *load cell* yang tingkat kepresisian juga akurasi yang lebih baik dan melakukan kalibrasi yang ketat agar *error* pada *load cell* dapat memiliki kepresisian berat yang sesuai. Kerapihan mekanik pada bagian perekatan. Membuat bagian selanjutnya untuk membuat penyimpanan yang otomatis karena disini menggunakan manual. Ditambahkan sensor pendeteksi logam untuk mengantisipasi adanya logam yang masuk ke makaroni.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Beske, A. Land, & S. Seuring. "Sustainable supply chain management practices and dynamic capabilities in the food industry: A critical analysis of the literature". *International Journal of Production Economics*, 152, pp. 131–143, 2014
- [2] B. D. Acemoglu and P. Restrepo, "The Race between Man and Machine : Implications of Technology for Growth , Factor Shares , and Employment †," vol. 108, no. 6, pp. 1488–1542, 2018.
- [3] N. P. Mahalik, "Advances in Packaging Methods, Processes and Systems," pp. 374–389, 2014.
- [4] M. Antz, S. Willems, & B. A. Hoffmann, "Prä-, peri- und postinterventionelle Antikoagulation im Rahmen der Vorhofflimmerablation". *Herz*, 40(1), 45–49, 2015.
- [5] T. Wellem, & B. A. Setiawan, "Microcontroller-based Room Temperature Monitoring System". *International Journal of Computer Applications*, pp. 7–10, 2012
- [6] H. Guo, K. Low and H. Nguyen, "Optimizing the Localization of a Wireless Sensor Network in Real Time Based on a Low-Cost Microcontroller", in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 58, no. 3, March 2011.
- [7] Y. A. Badamasi, "The working principle of an Arduino," 2014 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO), Abuja, 2014.
- [8] M. A. E. Mowad, A. Fathy, and A. Hafez, "Smart Home Automated Control System Using Android Application and Microcontroller," vol. 5, no. 5, pp. 935–939, 2014.
- [9] P. Jamieson. "Arduino for teaching embedded systems. are computer scientists and engineering educators missing the boat?" *Proceeding of the 2010 International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering*, pp. 289–294 2010.
- [10] M. Alaziz, Z. Jia, J. Liu, R. Howard, Y. Chen and Y. Zhang, "Motion Scale: A Body Motion Monitoring System Using Bed-Mounted Wireless Load Cells," 2016 IEEE First International Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies (CHASE), Washington, DC, 2016.