

Rancang bangun Alat Pendeteksi Logam Berat pada Makanan Berbasis Arduino

Aditiya Rahman¹, Akhmad Fauzi Ikhsan², Tri Arif Wiharso³

^{1,2,3} Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

Korespondensi: aditiya123321r@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received: 17-12-2023

Revised: 29-12-2023

Accepted: 29-12-2023

Abstrak

Di Indonesia, produksi, impor, dan distribusi pangan harus mematuhi standar ketat yang mencakup kriteria keamanan, kualitas, dan gizi pangan. Peraturan ini mencakup penetapan ambang batas maksimum pencemaran logam, perusahaan makanan besar biasanya menggunakan sistem pendeteksian logam yang baik. Sebaliknya, industri makanan skala kecil dan menengah cenderung menghindari penggunaan sistem deteksi logam canggih karena biayanya yang besar. Tujuan penelitian ini agar terciptanya alat deteksi logam pada makanan yang dapat diterapkan oleh industri menengah kebawah. Pada alat ini menggunakan metode sistem koil seimbang. Bukaan tempat produk bergerak dikelilingi oleh tiga kumparan. Pada inti deteksi terdapat kumparan pemancar yang memancarkan sinyal yang menghasilkan medan elektromagnetik, sehingga koil antar sisi penerima dapat menerima sinyal elektromagnetik yang dapat berubah ketika adanya gangguan logam yang melewatinya, gangguan tersebut dapat diketahui dengan mengukur tegangan keluaran pada penerima sehingga metode ini cocok untuk diterapkan pada deteksi logam makanan. Logam yang sangat kecil merupakan tantangan bagi sensor untuk dibuat dengan sensitifitas yang sangat tinggi, sehingga keberadaan logam didalam makanan dapat dideteksi dengan baik. Berdasarkan hasil dari pengujian alat ini logam berjenis besi (Fe), Aluminium (Al), Timbal (Pb), dan Stainless (Ss) dengan ukuran masing-masing 0,1 gr, 0,2 gr, 0,3 gr, 0,4 gr, dan 0,5 gr dapat dideteksi dengan pembacaan beda tegangan pada millivolt. Sistem komunikasi antara sistem pedeteksi dan penyortir bekerja sangat baik sesuai dengan cara kerja alat.

Kata kunci: Deteksi logam, *The balance coil system*

Design and Construction of a Heavy Metal Detection Equipment for Food Based on Arduino

Abstract

In Indonesia, food production, import, and distribution must adhere to strict standards that include food safety, quality, and nutrition criteria. These regulations include setting maximum thresholds for heavy metal pollution. large food companies usually use good metal detection systems. In contrast, small and medium-sized food industries tend to avoid using advanced metal detection systems due to their large costs. The purpose of this research is to create a metal detection device in food that can be applied by the middle to lower industry. This tool uses a balanced coil system method. The opening through which

the product moves is surrounded by three coils. At the detection core there is a transmitter coil that emits a signal that produces an electromagnetic field, so that the coil between the sides of the receiver can receive electromagnetic signals that can change when there is metal interference passing through, the interference can be known by measuring the output voltage on the government so that this method is suitable for application to food metal detection. Very small metals are a challenge for sensors to be made with very high sensitivity, so that the presence of metal in food can be detected properly. Based on the results of this tool testing, iron (Fe), Aluminum (Al), Lead (Pb), and Stainless (Ss) metals with sizes of 0.1 gr, 0.2 gr, 0.3 gr, 0.4 gr, and 0.5 gr respectively can be detected by reading voltage differences in millivolts. The communication system between the detection system and the sorter works very well according to how the tool works.

Key words: *Metal detection, the balance coil system*

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi berfungsi sebagai katalis untuk mendorong inovasi dalam bidang industri makanan. Tujuannya adalah untuk menyempurnakan proses kerja sekaligus meningkatkan produktivitas, khususnya dalam hal efisiensi dan kualitas. Berbagai alat telah diciptakan khusus untuk mendorong kemajuan berbagai industri. Salah satu metode yang potensial melibatkan penggunaan mesin atau instrumen yang mampu mengidentifikasi keberadaan benda logam berat pada kemasan atau produk. Sesuai dengan ketentuan yang dituangkan dalam Surat 23 Peraturan Nomor 28 Tahun 2004.

Berdasarkan klasifikasi skala dan pola pertumbuhannya, usaha pangan dapat dikategorikan menjadi tiga sektor utama: industri pangan skala besar, skala menengah, dan skala kecil [1]. Selain itu, industri tersebut meliputi sektor katering, industri restoran dan hotel, serta industri makanan ringan atau makanan dalam negeri. Dalam bidang produksi pangan, perusahaan makanan besar biasanya menggunakan sistem pendeteksian logam yang baik. Sebaliknya, industri makanan skala kecil dan menengah cenderung menghindari penggunaan sistem deteksi logam canggih karena biayanya yang besar dan hal tersebut merupakan tantangan yang dihadapi pengusaha dalam pengadaan peralatan tersebut [2].

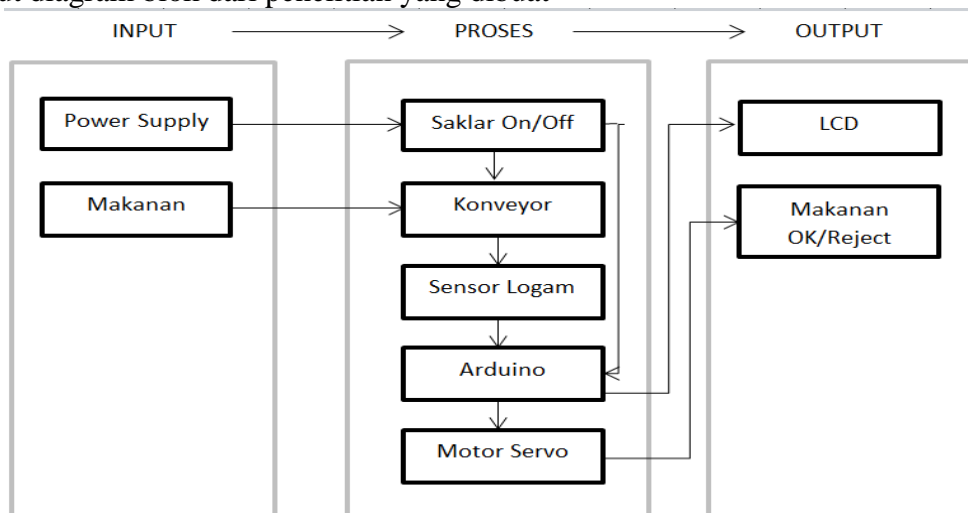
Untuk mengatasi masalah ini, para peneliti ingin mengembangkan sistem pengendalian baru yang dapat secara efektif mengidentifikasi dan mengategorikan makanan yang terkontaminasi logam berat. Sistem ini diharapkan dapat menawarkan solusi hemat biaya dengan tetap menjaga akurasi deteksi yang tinggi, sehingga menjamin keamanan produk pangan dan kepatuhan terhadap peraturan pemasaran terkait di Indonesia.

2. Metode

Penulis menggunakan metode *The Balanced Coil System* yaitu jenis sensor yang dirancang untuk mengidentifikasi dan mendeteksi keberadaan zat logam di dalam berbagai benda, seperti produk, barang, dan makanan. Sensor logam atau sering disebut detektor logam adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk mendeteksi keberadaan

benda logam [3] . Perangkat Detektor Logam ini beroperasi dengan menghasilkan medan magnet dan selanjutnya menganalisis sinyal yang diterima baik dari objek target maupun lingkungan sekitarnya. Medan magnet yang disampaikan mengalami variasi temporal, biasanya menyerupai sinyal audio frekuensi tinggi. Pemancar magnetik mengacu pada kumparan yang dirancang khusus yang berfungsi sebagai pemancar, memungkinkan arus berfluktuasi yang dihasilkan oleh elektronik pemancar melewatinya. Kumparan penerima yang berfungsi sebagai alat penerima dihubungkan untuk menerima dan memproses sinyal listrik. Kumparan pemancar dan koil penerima identik. Kumparan, umumnya dikenal sebagai "rumah koil", menampung komponen-komponen elektronik, sedangkan barang elektronik itu sendiri terkandung di dalam rumah elektronik. Kedua komponen ini saling berhubungan dengan kabel, kadang-kadang disebut sebagai “kotak kendali” [4]. Perubahan medan magnet yang dikomunikasikan menghasilkan induksi arus listrik di dalam target logam. Arus-arus tersebut di atas biasa disebut dengan arus eddy. Akibatnya, mereka menghasilkan medan magnet dengan intensitas yang sangat rendah, walaupun karakteristik dan besarnya berbeda dari medan magnet asli yang ditransmisikan. Detektor logam memanfaatkan perubahan konfigurasi medan magnet yang dihasilkan untuk mengidentifikasi dan mendeteksi benda logam, timbulnya arus eddy menimbulkan medan magnet yang menginduksi sinyal tegangan arus bolak-balik (AC) pada kumparan penerima. Detektor logam menggunakan serangkaian prosedur atau tahapan dalam proses pendeteksian logam, termasuk penggunaan metode sistem koil seimbang. Deteksi logam menggunakan perangkat *loop* lengkap kumparan seimbang merupakan pendekatan yang layak dalam hal ini. Bukan tempat produk bergerak dikelilingi oleh tiga kumparan. Terletak di inti hunian terdapat kumparan pemancar yang memancarkan sinyal frekuensi radio dan menghasilkan medan elektromagnetik.

Berikut diagram blok dari penelitian yang dibuat



Gambar 1 Diagram Blok Alat Pendeteksi Logam Berat

Gambar 1 merupakan gambar diagram blok dari alat pendeteksi logam berat yang mana pada bagian input terdiri dari power supply dan makanan, pada bagian proses arduino akan mendeteksi logam menggunakan sensor logam dimana jika terdeteksi logam di bagian output pada layar LCD dimana layar LCD berfungsi untuk menampilkan luaran dari penelitian [5], dimana akan tertulis makanan terdeteksi logam dan makanan akan

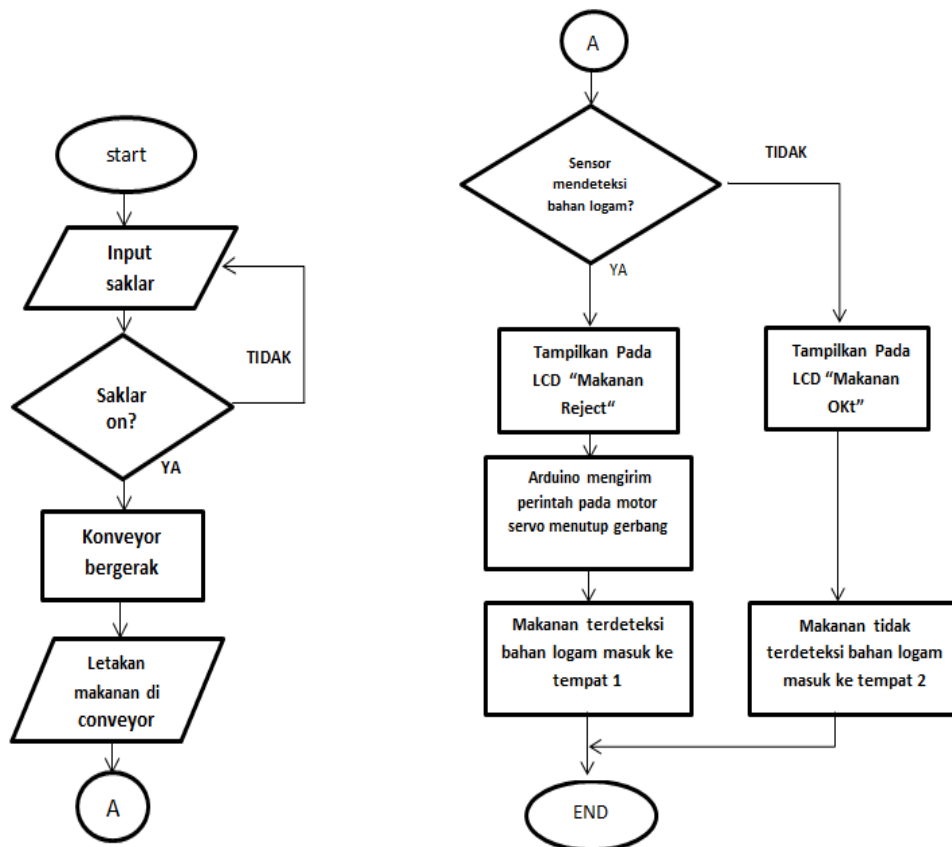
dibuang. Sedangkan jika makanan tidak terdeteksi logam, maka LCD akan menampilkan bahan tidak terdeteksi logam dan makanan dikategorikan baik.

2.1 Alat dan Bahan

Tabel 1. Penggunaan alat dan bahan

Perangkat Keras	Kegunaan
Arduino Uno R3	Sebagai mikrokontroler pada alat pendeteksi logam dan pemilah makanan
LCD I2C 12x6	Notifikasi tulisan untuk keadaan makanan
Motor Servo	Sistem pemilah makanan yang terdeteksi logam berat
Modul Taidacent 5V	Sebagai <i>transfer wireless power</i> dalam membuat sensor
Modul ADS11015	Digunakan untuk pembacaan sensor lebih tinggi presisi sehingga dapat lebih akurat dan sensitif
Konveyor Belt	Sistem pengantar makanan menuju deteksi logam dan pemilah makanan terkontaminasi
Motor DC gearbox 12 V 90Rpm	Pemutar roda konveyor belt

2.2 Diagram Alir



Gambar 2. Flowchart Alat Pendeteksi Logam Berat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Sensor Deteksi Logam

Tabel 2. Pengujian Sensor Deteksi Logam.

Jenis Logam	Massa	Set Point Arduino	Output Pembacaan Tegangan Pada Arduino	Keterangan
Besi (Fe)	0,02 gram	5,201999 V	5.202750 V	Terdeteksi
	0,03 gram		5.202938 V	Terdeteksi
	0,04 gram		5.203312 V	Terdeteksi
	0,05 gram		5.204062 V	Terdeteksi
Timbal (Pb)	0,02 gram	5,201999	5.222813 V	Terdeteksi
	0,03 gram		5.203500 V	Terdeteksi
	0,04 gram		5.203875 V	Terdeteksi
	0,05 gram		5.204250 V	Terdeteksi
Stainless (Ss)	0,02 gram	5,201999	5.202938 V	Terdeteksi
	0,03 gram		5.203500 V	Terdeteksi
	0,04 gram		5.204250 V	Terdeteksi
	0,05 gram		5.204625 V	Terdeteksi
Alumunium (Al)	0,02 gram	5,201999	5.202000 V	Terdeteksi
	0,03 gram		5.203312 V	Terdeteksi
	0,04 gram		5.204438 V	Terdeteksi
	0,05 gram		5.204625 V	Terdeteksi

Tabel 2, menunjukkan hasil pengujian alat terhadap beberapa jenis logam untuk mengetahui apakah alat dapat mendeteksi jenis-jenis logam atau tidak.

3.2 Hasil Pengujian Ketahanan Terhadap Bahan Makanan

Tabel 3. Pengujian Ketahanan Terhadap Bahan Makanan

No	Tekstur Makanan	Ketebalan Makanan	Logam Terdeteksi
1	Keras	1 cm	Ya
		1,5 cm	Ya
		2 cm	Ya
2	Lembek	1 cm	Ya
		1,5 cm	Ya
		2 cm	Ya

Tabel 3 menunjukkan Pengujian Ketahanan Terhadap Bahan Makanan dimana pada makanan dengan jenis lembek dan juga keras alat dapat mendeteksi kandungan logam.

3.3 Hasil Pengujian Konveyor





Tabel 4. Pengujian Konveyor.

Tegangan Motor	Kecepatan Motor	Berat Objek	Kecepatan Objek Bergerak	Keterangan
12 volt	90 Rpm	100 gr	0,0714 m/s	Berjalan
		200 gr	0,0714 m/s	Berjalan
		400 gr	0,0714 m/s	Berjalan
		500 gr	0,0714 m/s	Berjalan
		1000 gr	0,0714 m/s	Berjalan

Tabel 4 merupakan tabel pengujian kecepatan konveyor dibandingkan dengan berat objek. Dapat dilihat walaupun berat objek bertambah akan tetapi kecepatan objek bergerak relatif stabil.

3.4 Hasil Pengujian Motor Servo

Tabel 5. Pengujian Motor Servo.

pengujian	Sudut	Hasil posisi servo pada palang
1	0	
2	45	
3	90	
4	180	

Tabel 5 merupakan tabel pengujian motor servo terhadap sudut bukaan. Pengujian dilakukan sebanyak 4 kali. Motor servo berhasil memberikan bukaan mulai dari 0° , 45° , 90° , dan 180° .

3.5 Hasil Pengujian LCD

Tabel 6. Pengujian LCD

Percobaan	Keadaan Sensor Logam	Tampilan LCD	Keterangan
1	Tidak terdeteksi		Terlihat jelas
2	Terdeteksi		Terlihat jelas

Tabel 6 merupakan tabel pengujian LCD dimana hasil dari arduino kemudian ditampilkan pada LCD. Dari pengujian dapat terlihat bahwa LCD dapat menampilkan hasil dari arduino.

3.6 Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Tabel 7. Pengujian Alat Secara Keseluruhan.

Jenis Makanan	Massa logam	Konveyor	Sensor Logam	Tulisan LCD	Motor Servo	Keterangan
Terdapat logam	0,002 gram	Berjalan baik	Terdeteksi	Makanan Reject	Bergerak	Masuk wadah makanan reject
Terdapat logam	0,03 gram	Berjalan baik	Terdeteksi	Makanan Reject	Bergerak	Masuk wadah makanan reject
Terdapat logam	0,04gram	Berjalan baik	Terdeteksi	Makanan Reject	Bergerak	Masuk wadah makanan reject
Terdapat logam	0,05 gram	Berjalan baik	Terdeteksi	Makanan Reject	Bergerak	Masuk wadah makanan reject
Tanpa logam	0	Berjalan baik	Tidak terdeteksi	Makanan OK	tidak bergerak	Masuk wadah makanan OK

Tabel 7, merupakan pengujian alat secara keseluruhan dimana menggabungkan antara deteksi logam dengan conveyor, motor servo, dan juga LCD. Secara keseluruhan alat dapat berfungsi dengan baik, yakni;

1. Konveyor berjalan dengan baik,
2. Sensor dapat mendeteksi keberadaan logam,
3. LCD menampilkan tulisan sesuai dengan pembacaan sensor,
4. Motor servo bergerak sesuai pembacaan sensor,
5. Makanan yang mengandung logam berhasil dimasukkan ke wadah makanan *reject*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah di lakukan dapat di tarik beberapa kesimpulan yakni perancangan sensor deteksi logam dirancang dengan menggunakan metode *The Balance Coil System*. Dengan merancang 3 lilitan dimana 2 lilitan sebagai *receiver* dan ditengah nya 1 lilitan sebagai *transmitter*, lilitan *transmitter* tersebut akan memancarkan medan elektromagnetik dan diserap oleh lilitan *receiver*. Perbedaan

tegangan akan terjadi ketika logam melintasi lilitan serta mengganggu medan elektromagnetik sehingga akan adanya perbedaan tegangan, perbedaan tegangan tersebut merupakan parameter untuk pembacaan sensor logam.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Garut dan semua yang terlibat dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] WNPG, *Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi*. LIPI Press, 2012. [Online]. Available: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/75718> [Diakses : 15 Januari 2023]
- [2] BSN, "SNI 7387:2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan," *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*, pp. 1–29, 2009, [Online]. Available: https://sertifikasibbia.com/upload/logam_berat.pdf [Diakses : 26 Januari 2022]
- [3] N. E. Helwig, S. Hong, and E. T. Hsiao-wecksler, *The Role of Metal Detectors in the Food Industry*, vol. 2. 2014.
- [4] R. Fitriani and N. Paramytha, "Robot Pendeteksi Logam Dengan Mikrokontroler," *Bina Darma Conference on Computer Science*, 2019.
- [5] T. Elektronika, "Pengertian LCD (Liquid Crystal Display) dan Prinsip Kerja LCD," 2015. <https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal-display-prinsip-kerja-lcd/> [Diakses 12 Februari 2023]