



PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI LOGAM PADA TEPUNG BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN METODE MAGNETIK PULLER

Moh Azizi Hakim^{1a}, Sony Sukmara¹, Erik Heriana¹, Ari Ekoprianto¹, Adi Ganda Putra²

¹Fakultas Teknologi dan Informatika, Program Studi Teknik Mesin Universitas Mathla ul Anwar Banten

²Fakultas Teknologi Manufaktur, Program Studi Teknik Mesin Universitas Jenderal Ahmad Yani Bandung

Korespondensi:

^a Fakultas Teknologi dan Informatika, Program Studi Teknik Mesin Universitas Mathla ul Anwar Banten
zeehakim@gmail.com

ABSTRAK

Logam yang tercampur pada makanan sangat berbahaya bagi kesehatan dalam jangka waktu lama. Permasalahan pada penelitian ini logam yang tercampur dengan tepung mempengaruhi kualitas dan keamanan makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi logam pada tepung agar tidak terkontaminasi oleh logam yang berbahaya seperti besi, stainless, aluminium dan tembaga. Alat yang dirancang dalam penelitian ini memanfaatkan sensor logam untuk mendeteksi adanya partikel logam di dalam tepung. Sensor tersebut terhubung dengan Arduino Uno yang bertindak sebagai unit pemrosesan utama. Data dari sensor diproses dan dianalisis oleh Arduino Uno untuk mendeteksi adanya logam dan memberi indikasi melalui tampilan LCD.

Metode penelitian menggunakan magnetik puller berbasis Arduino Uno, ini meliputi perancangan sirkuit elektronik, dan pengujian alat untuk memastikan efektifitas pendeteksian logam. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa logam yang melewati sensor pendeksi logam berfungsi dengan baik, pada saat logam terdeteksi pada LCD menunjukkan jumlah partikel yang terdeteksi terbaca dan memberika informasi pada LCD. Setelah terbaca partikel logam akan menempel pada magnet dengan kekuatan tarik sebesar 10.000 Gauss. Daya yang harus dipancarkan oleh kompartan sensor sebesar 2,5 watt, dengan demikian diperlukan 8 lilitan kawat pada kumparan dengan diameter 10 cm untuk mencapai nilai induktansi 10,1 μ H.

Hasil pada penelitian ini bahwa pemilihan akrilik dengan ketebalan 2 mm cocok dijadikan bahan track alat pendeteksi logam, karena akrilik dengan ketebalan 1,5 mm dinyatakan terlalu sensitif dan akrilik dengan ketebalan 3 mm kurang respon pada sensor. Hasil dari pendeteksian logam, keempat logam yaitu besi, aluminium, stainless serta tembaga, semuanya terdeteksi oleh sensor, namun dua logam yaitu aluminium dan tembaga tidak tertarik oleh magnet, ini diperlukan penyaringan halus sampai tidak terdeteksi oleh sensor.

Kata Kunci: Pendeteksi logam, keamanan pangan, Arduino Uno

ABSTRACT

Metals mixed in food are very dangerous for health in the long term. The problem in this study is that metals mixed with flour affect the quality and safety of food. This study aims to detect metals in flour so that it is not contaminated by dangerous metals such as iron, stainless, aluminum and copper. The tool designed in this study utilizes a metal sensor to detect the presence of metal particles in flour. The sensor is connected to the

Arduino Uno which acts as the main processing unit. Data from the sensor is processed and analyzed by the Arduino Uno to detect the presence of metal and provide an indication via the LCD display.

The research method uses a magnetic puller based on Arduino Uno, this includes designing electronic circuits, and testing tools to ensure the effectiveness of metal detection. The results of this study indicate that the metal passing through the metal detection sensor functions properly, when the metal is detected on the LCD shows the number of particles detected and provides information on the LCD. After being read, the metal particles will stick to the magnet with a pulling force of 10,000 Gauss. The power that must be emitted by the sensor compartment is 2.5 watts, thus 8 turns of wire are needed on a coil with a diameter of 10 cm to achieve an inductance value of 10.1 μ H.

The results of this study indicate that the selection of acrylic with a thickness of 2 mm is suitable as a track material for metal detectors, because acrylic with a thickness of 1.5 mm is stated to be too sensitive and acrylic with a thickness of 3 mm is less responsive to the sensor. The results of metal detection, the four metals, namely iron, aluminum, stainless and copper, are all detected by the sensor, but two metals, namely aluminum and copper, are not attracted by the magnet, this requires fine filtering until they are not detected by the sensor.

Keywords: Metal detector, food safety, Arduino Uno

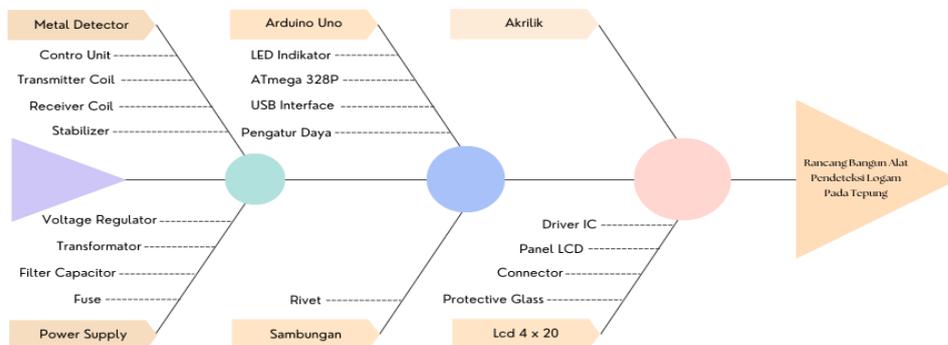
1. PENDAHULUAN

Makanan adalah sesuatu hal yang sering ditemui oleh semua makhluk hidup, sebagai kebutuhan utama kehidupan. Makanan yang dicerna oleh tubuh akan berpengaruh pada kesehatan dan keamanan berkehidupan, akhir-akhir ini banyak kasus keracunan logam berat yang terdapat pada makanan, ini dikarenakan tidak selektifnya penggunaan bahan makanan, yang dijadikan bahan untuk membuat makanan [1]. Setiap bahan makanan seharusnya sudah steril dari bahan logam yang terkandung dalam makanan, ini akan membantu kesehatan dan keamanan pada makanan yang dikonsumsi. Kemajuan teknologi saat ini, mendorong kita untuk menggunakan dalam hal segala bidang, yaitu untuk memudahkan pekerjaan kita sekaligus meningkatkan produktifitas yakni efisiensi dan kualitas [2]. Pada industri makanan baik kecil atau pun besar kebersihan dan ke higienisan makanan sangat perlu diperhatikan. Untuk mengurangi keracunan partikel logam maka penulis membuat rancangan pendeteksi logam pada tepung yang akan dipakai sebagai sarana praktek program studi teknologi pangan [3]. Banyak penelitian pendeteksi logam pada makanan, namun hanya mendeteksi saja, pada penelitian ini lebih efisien karena logam yang terdeteksi akan menunjukkan jumlah logam yang terdeteksi oleh LCD dan dilengkapi dengan alarm jika terdeteksi logam pada tepung, serta logam yang terdeteksi akan ditarik oleh magnet.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan Alat

Pada proses perancangan alat pendeteksi logam pada tepung, ada beberapa hal yang harus dipersiapkan untuk menunjang kinerja alat pendeteksi logam, dimana bahan-bahan yang harus dipersiapkan harus selektif dan dapat bekerja sebagaimana dengan fungsinya, di bawah ini adalah gambar 1 yaitu diagram fish bone untuk kelengkapan alat pendeteksi logam pada tepung.



Gambar 1. Diagram Fish Bone komponen pendeteksi logam

Komponen tertera pada diagram fish bone ini adalah komponen utama yang saling berhubungan, memberi input dan output proses kinerja sistem pendeteksi logam yang akan dirancang. Metal detektor adalah sebuah alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam. Rangkaian detektor logam ini adalah mendeteksi logam yang berada pada tepung serta mempengaruhi medan magnet. Ada beberapa teknologi dalam mendeteksi logam diantaranya *Beat Frequency Oscillator* beroperasi direntang frekuensi 100 kHz, *Pulse Induction* beroperasi direntang 40-80 kHz, namun dari beberapa pendeteksi tersebut kurang efektif jika diaplikasikan untuk mendeksi logam pada tepung, karena desain dan konstruksi pendeteksinya sangatlah rumit dan kurang efisien [4]. Maka penulis menggunakan jenis pendeteksi logam jenis *Very Low Frequency*, karena logam yang akan dideteksi jenis logam kecil, yaitu antara 3-30 kHz. Ketika detektor dinyalakan, kumparan pemancar menghasilkan medan elektromagnetik dengan frekuensi sangat rendah yaitu 3-30 kHz. Sinyal yang diterima kemudian diproses oleh sirkuit pengendalian sinyal di dalam detektor[5]. Sirkuit ini menganalisis sinyal untuk mengidentifikasi adanya perubahan frekuensi atau amplitudo yang menunjukkan keberadaan logam. Di bawah ini adalah persamaan untuk menghitung sinyal pada detektor. Arduino Uno memberikan 5 Volt, resistansi kumparannya sebesar 10 ohm yang merupakan resistansi umum untuk sebuah kumparan kecil [6].

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (1)$$

$$P = \frac{5^2}{10}$$

$$P = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ Watt}$$

Keterangan :

P : Daya yang diterima (W)

V : Tegangan sinyal (V)

R : Resistensi coil (Ω)

Transmitter coil pada metal detektor menghasilkan medan magnet electromagnetik yang digunakan untuk mengirim sinyal. Rangkaian induksi kapasitansi menjadi inti dari pendeteksi logam, pada titik resonansi akan beresilasi pada frekuensi tertentu yang dapat terganggu ketika terdapat benda logam disekitar kumparan, di bawah ini persamaan untuk menghitung frekuensi resonansi [7].

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \quad (2)$$

$$L = \frac{1}{(2\pi f)^2 \cdot C}$$

$$L = \frac{1}{(2 \times 3.1416 \times 50 \times 10^3)^2 \times 1 \times 10^{-9}}$$

$$L = \frac{1}{(314159.26)^2 \times 10^{-9}}$$

$$L = 10.1 \mu\text{H}$$

Keterangan :

f : Frekuensi resonansi (Hz)

L : Induktansi kumparan (H)

C : Kapasitas (F)

Switching power supply adalah satu daya elektronik terdiri dari sebuah regulasi switching yang disediakan sesuai kebutuhan pada tegangan keluar, serta salah satu rangkaian *power suply* yang menggunakan *regulator switching* guna merubah daya listrik secara efisien [8]. *Transformator* pada *power suply* berfungsi untuk mentransformasi tegangan listrik dari satu ke tingkat yang lain, ini dilakukan dengan prinsip induksi elektromagnetik dimana tegangan dirubah melalui perubahan jumlah lilitan pada kumparan primer dan skunder. untuk menentukan jumlah lilitan dan diameter kumparan yang diperlukan untuk mencapai nilai induktansi tersebut, Kumparan dengan diameter $D = 10\text{cm}$ dan panjang, $l = 10\text{cm}$, maka jumlah lilitan N yang diperlukan dihitung sebagai berikut:

$$L(\mu\text{H}) = \frac{N^2 \cdot D^2}{18D + 40l}$$

$$10.1 = \frac{N^2 \cdot D^2}{18 \times 10 + 40 \times 10}$$

$$10.1 = \frac{N^2 \cdot 100}{580}$$

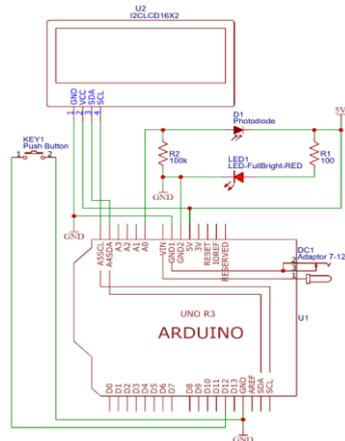
$$N^2 = \frac{10.1 \times 580}{100}$$

$$N^2 = 58.58$$

$$N = \sqrt{58.58} = 7.65 \text{ lilitan}$$

Dengan demikian, diperlukan sekitar 8 lilitan kawat pada kumparan dengan diameter 10 cm untuk mencapai nilai induktansi 10.1 μ H. Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis *microcontroller* Atmega 328 *Integrated Circuit* ini memiliki 14 pin input dan output digital berupa 6 output untuk PWM, 6 analog input, resonator kristal kramik 16 MHz, koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Pengatur daya pada arduino mengatur masuknya daya yang diberikan ke papan *microcontroller*, memastikan operasi yang stabil dan aman, ini bisa mengatur tegangan masuk dari sumber eksternal atau USB, serta dapat menyertakan fitur proteksi untuk mencegah kerusakan akibat tegangan yang tidak stabil atau berlebih.

Gambar 2 di bawah ini rangkaian arduino yang dipakai pendeteksi logam pada tepung [9].



Gambar 2. Rangkaian Arduino Uno Pendeteksi logam pada tepung

Pada sistem pendeteksi logam berbasis arduino uno, perhitungan arus total yang mengalir dari berbagai komponen utama, yaitu arduino, transmitter coil, dan receiver coil [10]. Total arus nominal yang diperlukan oleh sistem dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$I_{total} = I_{Arduino Uno} + I_{Transmitter} + I_{Receiver} \tag{3}$$

$$I_{total} = 0,05 + 0,1 + 0,02 = 0,17 \text{ A}$$

Keterangan :

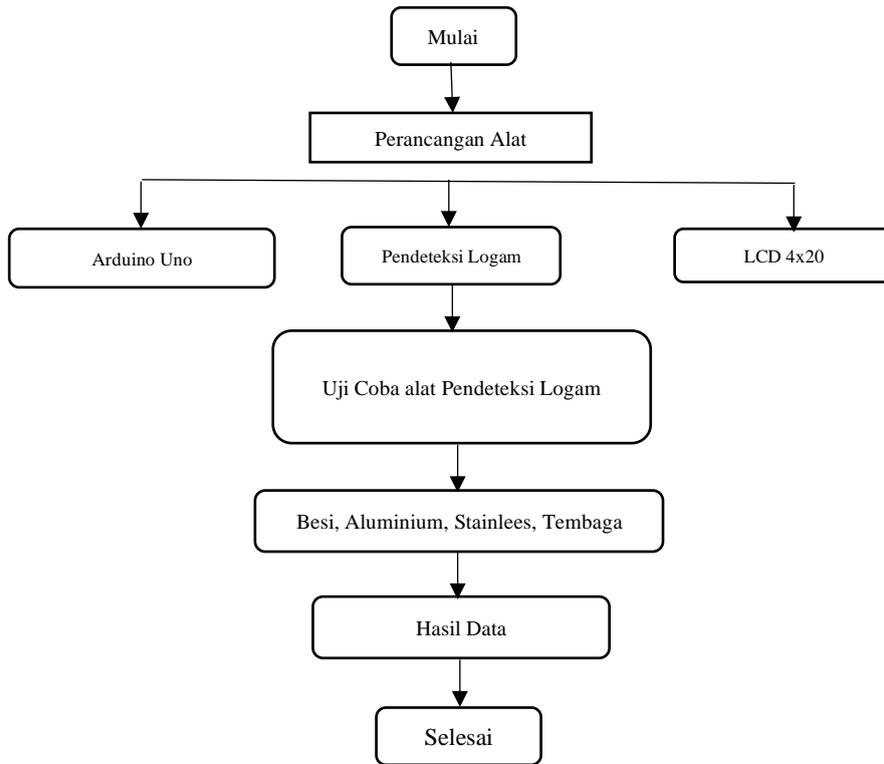
Arus Arduino Uno: 50 mA (0.05 A)

Arus Transmitter Coil: 100 mA (0.1 A)

Arus Receiver Coil: 20 mA (0.02 A)

Penelitian ini menggunakan metode magnetik puller berbasis arduino uno, yaitu alat untuk mendeteksi logam berbahaya pada tepung dengan cara menarik logam pada tepung. Cara kerja dari alat ini adalah pertama tepung dituangkan pada penampung atas, tepung tersebut akan bergerak sendiri ke penampung bawah karena kemiringan antara penampung atas dan bawah adalah 30°. Lintasan terbuat dari akrilik yang dilengkapi dengan pendeteksi logam untuk mengetahui seberapa banyak logam yang terdeteksi oleh sensor. Di bawah sensor pendeteksi logam, ada magnet

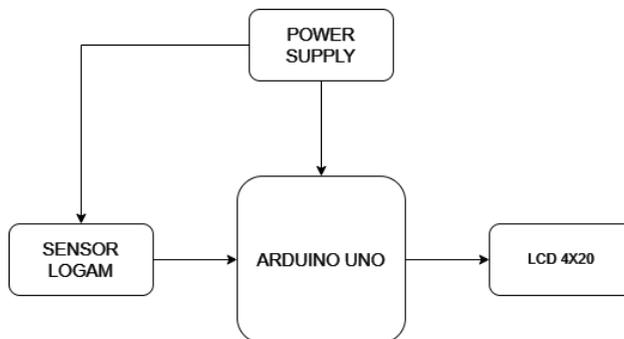
dengan kekuatam 10.000 Gauss, ini berfungsi untuk menarik benda logam yang melewati sensor. Di bawah ini adalah gambar 3 yaitu diagram alir sebagai proses perancangan alat pendeteksi logam pada tepung.



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan

Gambar 3 menjelaskan proses pembuatannya diawali dengan menyiapkan bahan dan komponen seperti power supply, sensor logam, arduino uno dan LCD 4x20. Pengujian alat pendeteksi logam pada tepung, dimana prosesnya menyiapkan 1 kg tepung sebanyak 4 wadah. Dalam 1 kg tepung dicampur masing-masing dengan 1 gram serbuk besi, 1 gram serbuk aluminium, 1 gram serbuk stainless, serta 1 gram serbuk tembaga. Langkah selanjutnya tepung yang sudah tercampur masing-masing logam dituangkan pada wadah atas, supaya tepung dapat berjalan sendiri pada track yang sudah dibentuk kemiringannya 30°. Pada track jalur tepung dilakukan percobaan beberapa ketebalan akrilik yaitu 1,5 mm, 2 mm, dan 3 mm. Hasil dari pengujian tepung yang terkontaminasi logam besi, aluminium, stainless serta tembaga semua terdeteksi dengan baik.

Gambar 4 menjelaskan diagram blok alat pendeteksi logam berbasis arduino uno dengan metode magnetik puller.



Gambar 4. Diagram Blok Pendeteksi Logam Pada Tepung

Gambar 4 merupakan rangkaian diagram blok sebagai pendeteksi logam berbahaya seperti besi, aluminium, stainless, serta tembaga. Cara kerja dari alat ini adalah *Power supply* menyediakan tegangan dan arus yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan perangkat alat pendeteksi logam, pada saat logam melewati sensor Arduino Uno akan memproses input yang diberikan sensor dan menghasilkan output berupa aktivasi pada LCD. Sensor mendeteksi logam atau bahan metal yang ada pada tepung sesuai dengan seberapa banyak logam yang terdeteksi. Selanjutnya LCD (*Liquid Crystal Digital*) 4 x 20 akan mengentry output yang difungsikan sebagai media informasi berupa tampilan setiap aktifitas sistem sensor yang terdeteksi logam atau tidak terdeteksi logam.



Gambar 5 Desain alat pendeteksi logam pada tepung

Desain rangka alat pendeteksi logam pada tepung terbuat dari besi hollow ukuran 2x2 dengan sambungan menggunakan pengelasan, pada track lintasan tepung alasnya terbuat dari akrilik dengan ketebalan 2 mm, kemiringan track lintasan dibuat 30°.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menjelaskan pemilihan ketebalan akrilik untuk perancangan alat pendeteksi logam jenis besi, aluminium, stainless, serta tembaga menggunakan akrilik dengan ketebalan 1,5 mm, 2 mm, dan 3 mm.

Tabel 1. Pengujian sensor pada akrilik

| Ketebalan Akrilik | Volt arduino | Switch ON | Deteksi logam | Simpulan |
|-------------------|--------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 1,5 mm | 5,7 Volt | Sensor aktif | Terdeteksi | Terlalu sensitif |
| 2 mm | 5,7 Volt | Sensor Non aktif | Terdeteksi | Layak |
| 3 mm | 5,7 Volt | Sensor Non aktif | Tidak terdeteksi | Akrilik terlalu tebal |

Tabel 1 menjelaskan hasil pemilihan ketebalan akrilik dengan ketebalan 1,5 tidak bisa digunakan dikarenakan sensitivitas dari sensor terlalu besar karena sebelum mendeteksi logam, sensor sudah aktif. Pada akrilik dengan ketebalan 2 mm, saat *switch on* sensor belum aktif, selanjutnya diberi tepung dengan campuran logam, sensor mulai aktif. Namun pada akrilik dengan ketebalan 3 mm saat *switch on* maupun saat pendeteksian logam, sensor tidak aktif. Maka penulis menyimpulkan akrilik yang digunakan adalah dengan ketebalan 2 mm.

Tabel 2. Hasil pendeteksi logam pada tepung pertama

| Logam pada tepung | Masa | Volt Arduino | Ketebalan Akrilik | Deteksi logam ke 1 |
|-------------------|--------|--------------|-------------------|--------------------|
| Besi | 1 gram | 5,7 Volt | 2 mm | Terdeteksi |
| Aluminium | 1 gram | 5,7 Volt | 2 mm | Terdeteksi |
| Stainless | 1 gram | 5,7 Volt | 2 mm | Terdeteksi |
| Tembaga | 1 gram | 5,7 Volt | 2 mm | Terdeteksi |



Tabel 2 menjelaskan hasil pendeteksian empat logam, semua tepung yang sudah dicampur dengan masing-masing logam terdeteksi oleh sensor pendeteksi logam dengan set point arduino 5,7 volt, hasil deteksi tersebut diinformasikan oleh LCD dengan data besi terdapat 204 logam, aluminium terdapat 164 logam, stainless terdapat 154 logam serta tembaga terdapat 127 logam. . Dibawah sensor deteksi logam lengkapi magnet dengan kekuatan tarik 10.000 Gauss yang bertujuan untuk menarik logam pada tepung. Selanjutnya akan dilakukan pendeteksian logam kedua untuk memastikan tepung berada pada nilai layak atau tidak layak untuk digunakan. Berikut tabel 3 adalah hasil dari pendeteksi logam pada tepung yang kedua :

Tabel 3. Hasil pendeteksian logam pada tepung kedua

| Logam pada tepung | Masa | Volt arduino | Ketebalan Akrilik | Deteksi logam ke 2 | |
|-------------------|--------|--------------|-------------------|--------------------|--|
| Besi | 1 gram | 5,7 Volt | 2 mm | Tidak Terdeteksi |  |
| Aluminium | 1 gram | 5,7 Volt | 2 mm | Terdeteksi |  |
| Stainless | 1 gram | 5,7 Volt | 2 mm | Tidak Terdeteksi |  |
| Tembaga | 1 gram | 5,7 Volt | 2 mm | Terdeteksi |  |

Tabel 3 menyatakan bahwa tepung yang sudah dicampur masing-masing logam, saat pendeteksian pertama, tepung yang berisikan bubuk besi, aluminium, Stainless, serta tembaga terdeteksi oleh sensor, proses selanjutnya setelah melewati sensor, maka magnet yang berkekuatan 10.000 gauss menarik logam yang tercampur dengan tepung tersebut. Langkah selanjutnya tepung akan dideteksi ulang atau pendeteksian yang kedua, hasil yang didapat adalah tepung yang sudah dicampur dengan besi serta tepung yang sudah dicampur dengan stainless sudah tidak terdeteksi oleh sensor, dikarenakan magnet dapat menarik logam besi dan stainless. Namun pada tepung yang dicampur dengan aluminium masih terdata 105 logam dan tepung yang dicampur dengan tembaga masih terdata 96 logam terdeteksi, ini dikarenakan magnet tidak dapat menarik logam aluminium dan tembaga. Untuk memisahkan antara logam aluminium dan tembaga dari tepung, maka perlunya penyaringan tepung halus secara berkala sampai dinyatakan oleh sensor tidak terdeteksi kembali.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dari ketebalan akrilik 1,5 mm, 2 mm dan 3 mm, maka penulis memilih akrilik 2 mm dengan alasan pada saat switch on sensor belum aktif dan pada saat dialirkan tepung berisi logam sensor aktif, sedangkan akrilik dengan ketebalan 1,5 terlalu sensitif pada saat *switch on* sensor langsung aktif. Untuk akrilik dengan ketebalan 3 mm hasilnya kurang sensitif atau tidak aktif, baik saat *switch on* maupun saat dialirkan tepung yang dicampur oleh logam.

Pendeteksian logam pada tepung yang dicampur dengan masing-masing logam besi, aluminium, stainless serta tembaga dilakukan pendeteksi logam pertama hasil yang didapat adalah empat logam tersebut terdeteksi oleh sensor pendeteksi logam. Untuk memastikan tepung aman dipakai, maka dilakukan pendeteksian logam pada tepung yang kedua. Hasil dari pendeteksi logam kedua adalah logam besi dan logam stainless tidak terdeteksi lagi oleh sensor, karena logam tersebut tertarik oleh magnet yang berkekuatan 10.000 gauss, namun tepung yang dicampur logam aluminium dan tepung yang dicampur dengan logam tembaga masih terdeteksi, karena magnet tidak dapat menarik logam aluminium dan tembaga, maka perlu dilakukan penyaringan tepung halus untuk menyaring logam pada tepung, serta dilakukan kembali pendeteksian logam sampai tepung tidak terdeteksi logam kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Prاتمanto, A. Ardiansyah, A. E. Widodo, and F. Titiani, "Pembuatan Alat Pendeteksi Kadar

- Logam Pada Air Berbasis Aduino Uno,” *EVOLUSI - J. Sains dan Manaj.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–34, 2019, doi: 10.31294/evolusi.v7i1.5013.
- [2] B. A. Octavian, A. Ridho'i, and R. S. Widagdo, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Logam (Besi) Berbasis Mikrokontroler ESP32,” *Pros. Senakama*, vol. 1, no. September, pp. 509–516, 2022.
- [3] A. Ra'uf, A. Faisol, and F. Santi Wahyuni, “Penggunaan Internet of Things (Iot) Alat Pendeteksi Logam Dan Non-Logam Pada Tempat Sampah Pintar,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 1176–1183, 2023, doi: 10.36040/jati.v6i2.5398.
- [4] M. R. Hidayat, “Rancang Bangun Sistem Penyortir Logam Pada Bahan Baku Furniture Berbasis Mikrokontroler dengan Metode Beat Frequency,” *Kilat*, vol. 10, no. 1, pp. 60–68, 2021, doi: 10.33322/kilat.v10i1.991.
- [5] A. Fajri, R. Nurdin, and P. N. Santoso, “Analisis Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) di Industri Pengecoran Logam,” *Conf. Senat. STT Adisutjipto Yogyakarta*, vol. 7, pp. 131–146, 2022, doi: 10.28989/senatik.v7i0.474.
- [6] R. Arman *et al.*, “Perancangan Dan Simulasi Control Mesin Sortir Material Logam”.
- [7] G. Giyanto and M. Muljadi, “Analisis densitas, kuat tarik dan kekuatan magnet dari rubber magnet yang dibuat dari Ba-Ferrite dan silicon rubber,” *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 16, no. 2, p. 227, 2020, doi: 10.36055/tjst.v16i2.9074.
- [8] B. Oktrialdi, F. Rizky, and Balisranislam, “Energi Alternatif Menggunakan Radiator Mobil Menghasilkan Power Supply Ac 12 Volt Dan 220 Volt,” *J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 100–105, 2024.
- [9] R. Suhaili and Y. Yusuf, “Analisis kadar logam berat (Fe, Zn, Pb, Cd) dan nilai risiko kesehatan dalam buah kemasan kaleng,” *Chempublish J.*, vol. 6, no. 1, pp. 22–33, 2021, doi: 10.22437/chp.v6i1.12148.
- [10] F. Fadliandi and K. Kusnoto, “Rancang Bangun dan Implementasi Alat Pendeteksi Nilai Uang Untuk Tuna Netra Menggunakan Mikrokontroler Arduino,” *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 6, no. 1, p. 17, 2023, doi: 10.24853/resistor.6.1.17-24.