

## Rancang Bangun Alat Pendeteksi Logam (Besi) Berbasis Mikrokontroler ESP32

Bayu Ari Octavian<sup>1</sup>, Ahmad Ridho'i<sup>2</sup>, Reza Sarwo Widagdo<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
E-mail: abayu6738@gmail.com<sup>1</sup>, ridhoi@untag-sby.ac.id<sup>2</sup>, rezaswidagdo@untag-sby.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Detektor logam ini menggunakan konsep dasar induktansi sebagai parameter bagaimana sensor ini bekerja dalam mencari kandungan logam (besi). Sensor induksi bekerja ketika ada logam di antara sensor, induktansi berubah, dan karakteristik rangkaian osilator berubah. Ketika karakteristik osilator berubah, frekuensi dan tegangan keluaran sensor kedua akan berubah. Pada pembuatan detektor logam ini menggunakan mikrokontroler ESP 32 yang berfungsi sebagai pengendali rangkaian untuk suatu tujuan tertentu. Mikrokontroler ESP 32 ini merupakan perangkat yang mendukung dalam pembuatan dasar program Internet Of Things, karena dalam ESP 32 telah mempunyai chipset WiFi dan Bluetooth yang mendukung dalam pengoprasian dengan smartphone dalam jangkauan jarak jauh. Detektor logam ini dirancang untuk mengidentifikasi jenis logam seperti besi. Kekuatan sensor induktif sangat rendah sehingga membutuhkan penguat. Keluaran dari sensor induktif perlu penyearah agar data dapat dibaca oleh Analog to Digital Converter (ADC) dan diproses oleh mikrokontroler. Detektor logam yang sudah dibuat ini mampu mendeteksi keberadaan logam dengan rentang jarak 0 – 26 cm dengan rentang pembacaan tegangan pada sensor sebesar 0,5 - 19,70 V.

**Kata kunci** : Detektor Logam, *Internet Of Things*, Mikrokontroler ESP32, *Smartphone*.

### ABSTRACT

*This metal detector uses the basic concept of inductance as a parameter of how this sensor works in finding metal (iron) content. The induction sensor works when there is metal between the sensors, the inductance changes, and the characteristics of the oscillator circuit change. When the characteristics of the oscillator change, the frequency and output voltage of the second sensor will change. In the manufacture of this metal detector using an ESP 32 microcontroller which functions as a circuit controller for a specific purpose. This ESP 32 microcontroller is a device that supports the basic creation of the Internet Of Things program, because the ESP 32 already has a WiFi and Bluetooth chipset that supports operation with smartphones in long distances. This metal detector is designed to identify the type of metal such as iron. The power of the inductive sensor is so low that it requires an amplifier. The output of the inductive sensor needs a rectifier so that the data can be read by the Analog to Digital Converter (ADC) and processed by the microcontroller. This metal detector that has been made is able to detect the presence of metal with a distance range of 0 - 26 cm with a voltage reading range on the sensor of 0.5 - 19.70 V.*

**Keyword** : ESP 32 Microcontroller, Metal Detektor, *Internet Of Things*, *Smartphone*

### PENDAHULUAN

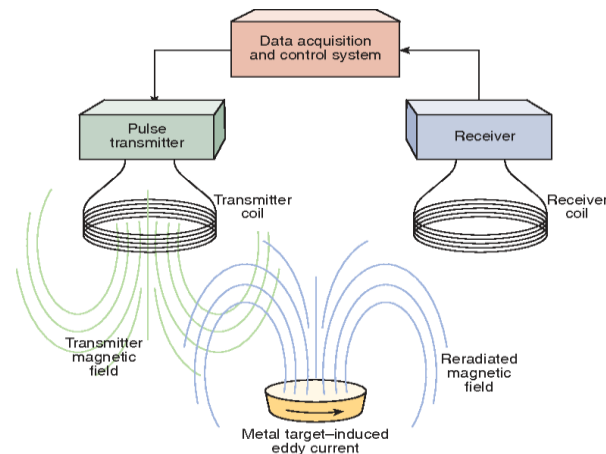
Dalam Perkembangan zaman yang maju sekarang ini didukung dengan perkembangan teknologi dan inovasi yang sangat cepat dalam dunia industri untuk mendukung industri 4.0. Dimana inovasi dan perkembangan teknologi terus berkembang dengan cepat. Rancang bangun alat pendeteksi logam (besi) ini adalah alat yang bertujuan untuk mendeteksi letak dan keberadaan logam, tetapi alat pendeteksi logam ini tidak bisa menentukan jenis logam yang ditemukan namun hanya bisa mendeteksi titik keberadaan logam dan jarak posisi logam

tersebut. Dengan menggunakan mikrokontroler ESP 32 ini adalah salah satu bentuk inovasi perkembangan zaman dan memanfaatkan teknologi yang ada dengan menggunakan istilah IoT (*Internet of Things*) (Aheleroff, dkk, 2020).

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini meliputi beberapa permasalahan perbaikan yang terjadi yang diakibatkan oleh konsleting arus listrik yang terjadi saat kabel berada dibawah permukaan tanah, kita bisa secara cepat menemukan jalur kabel yang tertanam dengan efisien. Digunakan sebagai untuk alat pendeteksi / mencari kandungan logam besi seperti ranjau darat yang ada dipermukaan atau di dalam tanah dengan jangkauan yang terbatas.

Detektor logam bekerja berdasarkan prinsip mentransmisikan medan magnet dan menganalisis sinyal balik dari target dan lingkungan. Itu medan magnet yang ditransmisikan bervariasi dalam waktu, biasanya pada tingkat sinyal audio bernada cukup tinggi. Pemancar magnetik berbentuk mengirimkan kumparan dengan arus listrik yang bervariasi yang mengalir melalui itu dihasilkan oleh mengirimkan elektronik. Penerima dalam bentuk koil penerima terhubung untuk menerima dan memproses sinyal elektronik. Kumparan pengirim dan kumparan penerima merupakan kumparan yang sama. Kumparan ada di dalam rumah koil yang biasanya hanya disebut "koil", dan semua elektronik berada di dalam rumah elektronik yang terpasang pada koil melalui kabel listrik dan biasa disebut "kotak kontrol". Perubahan medan magnet yang ditransmisikan ini menyebabkan arus listrik mengalir di target logam. Arus listrik ini disebut arus eddy, yang pada gilirannya menghasilkan medan magnet yang lemah, tetapi medan magnet yang dihasilkannya berbeda dari medan magnet yang ditransmisikan dalam bentuk dan kekuatan. Perubahan bentuk medan magnet yang diregenerasi inilah yang digunakan detektor logam untuk mendeteksi target logam. Regenerasi medan magnet dari arus eddy menyebabkan sinyal tegangan bolak-balik pada koil penerima (Desmana, 2021).

Pada detektor logam terdapat beberapa metode atau langkah dalam proses deteksi logam, diantaranya adalah osilator frekuensi ketukan (BFO). Metode tersebut digunakan untuk menghasilkan keluaran frekuensi variabel dalam rentang frekuensi audio (AF). BFO digunakan ketika dibutuhkan untuk mencakup rentang frekuensi yang sangat besar dengan satu putaran dial karena dapat menghasilkan rentang frekuensi yang sangat besar dengan satu putaran dial. Teknologi *Pulse Induction* (PI) menawarkan banyak kemungkinan dan menjanjikan lebih banyak. Namun, efektivitasnya bervariasi. Umumnya detektor logam bekerja dengan teknologi frekuensi sangat rendah. Ini pada dasarnya berarti bahwa detektor memiliki dua kumparan. Satu mentransmisikan listrik dan yang kedua menerima energi saat memantul kembali dari benda-benda jauh di bawah tanah. Sementara detektor logam *Pulse Induction* (PI) mungkin kurang umum, mereka dengan cepat menjadi lebih menonjol (Desrochers, 2020).



Gambar 1. Proses terjadinya *Pulse Induction* (PI)

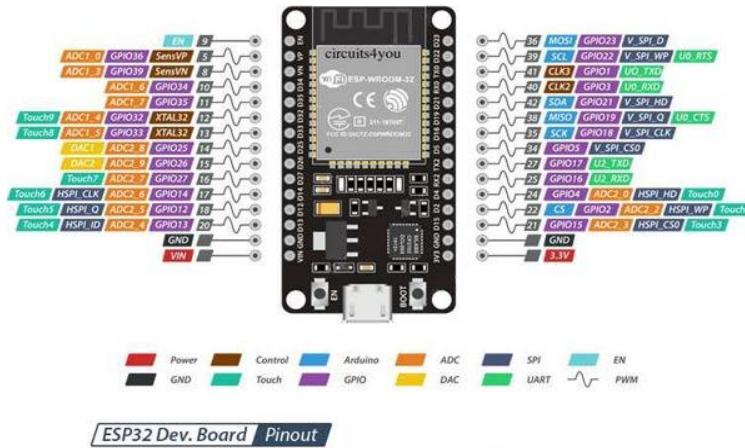
Pada gambar 1 ketika sinyal dengan frekuensi tertentu yang dihasilkan oleh rangkaian osilator pada search coil oscillator di-mix dengan sinyal dari *Block Beat Frequency Oscillator* menghasilkan suatu sinyal dengan frekuensi selisih dari frekuensi keduanya dan sinyal dapat didengarkan oleh pendengaran manusia.

### Konsep Induktansi

Induktansi adalah parameter dalam desain sirkuit listrik dan elektronik. Seperti resistansi dan kapasitansi, ini adalah pengukuran listrik dasar yang memengaruhi semua rangkaian hingga tingkat tertentu. Induktansi digunakan di banyak bidang sistem dan sirkuit listrik dan elektronik (Akhbaring, 2021). Komponen elektronik dapat dalam berbagai bentuk dan dapat disebut dengan berbagai nama: kumparan, induktor, motor dan transformator. Masing-masing mungkin juga memiliki berbagai varian yang berbeda: dengan dan tanpa inti dan bahan inti mungkin dari jenis yang berbeda. Memahami induktansi dan berbagai bentuk dan format untuk induktor dan transformator membantu pemahaman tentang apa yang terjadi dalam rangkaian listrik dan elektronik.

### Mikrokontroler ESP32 dalam IoT

Mikrokontroler ESP32 adalah nama chip yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*. Ini menyediakan konektivitas Bluetooth mode ganda Wi-Fi ke perangkat tertanam. Sementara ESP32 hanyalah chip, modul dan papan pengembangan. Mikrokontroler ESP32 adalah sistem daya rendah yang populer dengan Wi-Fi terintegrasi dan *bluetooth dual-mode*, sehingga cocok untuk merancang prototipe IoT (*Internet of Things*) (Hendra & Pradana, 2019).

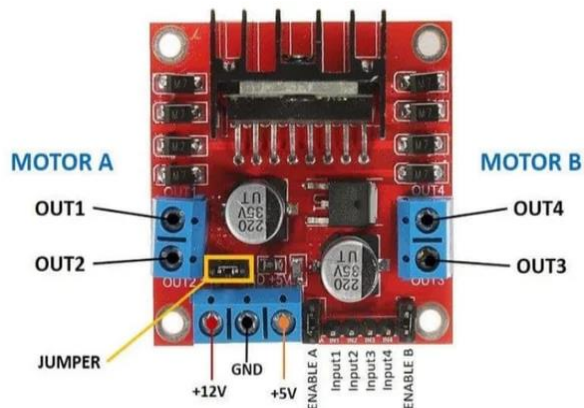


Gambar 2. Pinout ESP32 Microcontroller (Budijanto & Winardi, 2021)

Pada gambar 2 menjelaskan pengaturan pin yang terdapat pada mikrokontroler ESP32 yaitu dengan Jumlah pin sebanyak 30 meliputi pin tegangan dan GPIO, 15 pin ADC (*Analog to Digital Converter*), 3 UART Interface, 3 SPI Interface, 2 I2C Interface, 16 pin PWM (*Pulse Width Modulation*), 2 pin DAC (*Digital to Analog Converter*).

### Driver L298N dan Motor DC

Motor DC adalah mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada motor DC, energi listrik yang masuk berupa arus searah yang diubah menjadi putaran mekanik. Jenis-jenis motor DC dan aplikasinya. Sebuah mesin yang mengubah tenaga listrik DC menjadi tenaga mekanik dikenal sebagai motor arus searah (Hidayat, 2021). Kerja motor DC didasarkan pada prinsip bahwa ketika penghantar yang membawa arus ditempatkan dalam medan magnet, penghantar tersebut mengalami gaya mekanik. Semua konduktor di bawah kutub utara membawa arus dalam satu arah sedangkan semua konduktor di bawah kutub selatan membawa arus dalam arah yang berlawanan.



Gambar 3. Rangkaian driver L298N (Zanova, dkk, 2020)

Pada gambar 3 merupakan penjelasan penggunaan pin pada *driver* L298N untuk digunakan pada motor DC. Pin 5V *enable*, jika dihubungkan maka tegangan IC akan diambil dari masukan tegangan motor yang telah diturunkan dengan regulator. *Out 1* dan *Out 2* = *Pin Out Motor A*. *Out 4* dan *Out 3* = *Pin Out Motor B*. Sumber tegangan motor menggunakan 12V. ENA berfungsi sebagai *Enable* motor A. 12, 13, 14, 15 = *Input Out 1, Input Out 2, Input Out 3, Input Out 4*. Masukan yang diterima berupa masukan digital (*High* atau *Low*). Sedangkan untuk ENB berfungsi sebagai *Enable* Motor B.

## **METODE**

Pada bagian perancangan perangkat keras ini hal pertama yang dilakukan dalam pemodelan ini adalah untuk dibagi dalam dua perangkat keras, yaitu perancangan robot RC yang berfungsi sebagai alat dalam mendeteksi logam (besi) yang dapat dikontrol dengan jarak jauh menggunakan jaringan *wireless*. Tahap kedua adalah perancangan detektor logam (besi) yang berfungsi sebagai alat utama dalam pencarian logam ini yang menggunakan sensor utama rangkaian pendeteksi logam dan kawat email yang berukuran 0,5 mm. Kedua perangkat ini di sambungkan dengan satu mikrokontroler ESP32 yang terkonfigurasi dengan cara *real time*.

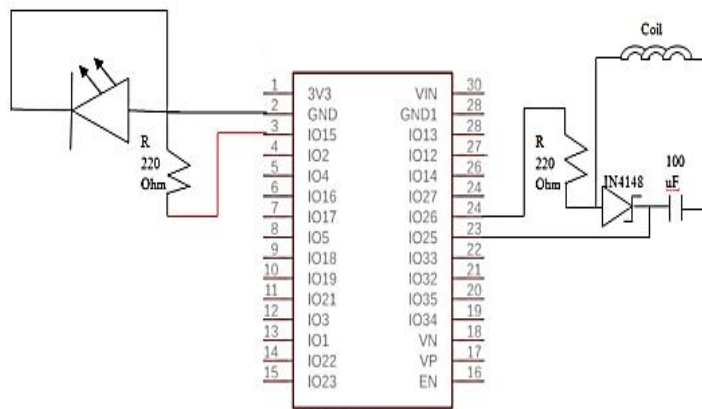
### **Perancangan Robot RC**

Digunakan sebagai media dalam pencarian pendeteksi logam (besi), dengan menggunakan robot RC ini diharapkan mempermudah dalam pencarian logam. Mikrokontroler yang digunakan untuk menjalankan robot RC dan Pendeteksi logam (besi) ini adalah menggunakan mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ESP32 ini sebagai pemberi perintah untuk modul driver L298N yang bertugas untuk menjalankan arah putaran motor (Fandidarma, dkk, 2021). Untuk menjalankan mikrokontroler tersebut adalah dengan cara menghubungkan smartphone ke dalam koneksi *WiFi* mikrokontroler ESP32. Setelah terhubung dalam jaringan *WiFi* tersebut lalu menyambungkan masuk ke alamat link web dengan IP. 192.168.4.1 adalah *address link* pada mikrokontroler ESP32 yang digunakan sebagai pengendali robot RC yang terhubung dengan driver L298N yang berfungsi sebagai penggerak motor untuk berputar ke kanan dan ke kiri.

### **Perancangan Detektor Logam**

Sensor logam adalah sensor utama dalam pembuatan rancangan pendeteksi logam. Sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suatu keberadaan logam yang berada dibawah tanah yang belum dapat diketahui pasti dimana posisinya berada. Sistem kerja dari sensor ini memanfaatkan dari pancaran gelombang frekuensi yang dihasilkan dari *loop coil* yang ditelah disusun dan tersambung dengan rangkaian yang telah dibuat. Kumputan kawat tembaga yang digunakan

menggunakan kawat berlapis bahan tembaga dengan ukuran diameter 0,5 mm, mempunyai diameter lingkaran 19 cm dan mempunyai lilitan sebanyak 23 lilitan dengan arah belitan searah jarum jam.



Gambar 4. Desain mikrokontroler ESP32 dan sensor logam

Pada gambar 4 mikrokontroler ESP32 yang bertugas sebagai *receiver* yang mengubah sinyal *Analog to Digital* yang dikirim dari rangkaian lilitan coil. Dari rangkaian lilitan coil yang berfungsi sebagai pembaca sensor di lengkapi juga dengan resistor sebagai tahanan yang masuk ke dalam masukan mikrokontroler ESP32 ke dalam pin 26, dan juga terdapat diode 1N4148 yang bertugas sebagai saklar arus dalam satu arah saja, kutub negatif dihubungkan dengan kapasitor 100uF dan dihubungkan kedalam pin 25 yang mempunyai komunikasi ADC (*Analog to Digital Converter*) di mikrokontroler ESP32. Untuk pin 15 merupakan pin penerima sinyal terdeteksinya kandungan logam (besi) yang berada di dalam jangkauan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dijelaskan beberapa hasil yang sudah didapatkan yaitu luaran perangkat keras dan hasil pengujian sensor logam. Data yang didapatkan nantinya akan disampaikan melalui bentuk tabel untuk mempermudah memahami hasil penelitian.

### Luaran Perangkat Keras

Fungsi media deteksi logam menggunakan robot RC. Berikut merupakan gambar dari robot RC yang sudah terhubung dengan mikrokontroler ESP32 dan driver L298N yang mengunakan motor 5V sebagai penggerak roda depan dan belakang. Pengujian rangkaian robot RC ini dilakukan dengan menggunakan IP. 192.168.4.1, Pengujian remot robot yang terkoneksi dengan kontrol robot RC.

## Hasil Pengujian Sensor Logam

Pengujian rangkaian sensor logam ini adalah pengujian sensitifitas sistem loop coil terhadap pemancaran frekuensi yang menyebabkan gelombang medan magnet yang menyebabkan induktansi yang dapat diukur menggunakan satuan Henry. Pengujian ini dilakukan dengan cara bertahap agar mengetahui sensor mendeteksi kandungan logam atau tidak. Berikut merupakan gambar contoh sensor membaca terdapat kandungan logam.

Tabel 1. Hasil pengujian detektor logam

No	Jarak	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Tegangan (Volt)
1	26 cm	✓	•	19,70
2	22 cm	✓	•	18,95
3	19 cm	✓	•	19,70
4	10 cm	✓	•	18,27
5	0 cm	✓	•	0,5

Pada tabel 1 merupakan hasil pengujian detektor logam dengan variasi jarak pada proses pengambilan datanya, terlihat dari tabel tersebut dari jarak 0 – 26 cm pendeteksi logam yang sudah dibuat berhasil mendeteksi adanya keberadaan logam dengan masing-masing tegangan yang berbeda.

## KESIMPULAN

Dalam pembuatan metal detektor ini konstruksi kumparan lilitan loop coil berfungsi menentukan nilai dari induktansi menghasilkan keluaran gelombang frekuensi dari osilator. Metal detektor berfungsi sebagai alat pendeteksi ranjau, pendeteksi bom yang biasa digunakan dalam lingkungan padat penduduk agar dapat mendapat evakuasi yang cepat. Detektor logam yang sudah dibuat ini mampu mendeteksi keberadaan logam dengan rentang jarak 0 – 26 cm dengan rentang pembacaan tegangan pada sensor sebesar 0,5 – 19,70 V.

## REFERENSI

- Aheleroff, S., Xu, X., Lu, Y., Aristizabal, M., Velásquez, J. P., Joa, B., & Valencia, Y. (2020). IoT-enabled smart appliances under industry 4.0: A case study. *Advanced Engineering Informatics*, 43, 101043.

- Akhbaring, M. (2021). Rancang Bangun Simulator Efek Induksi Elektromagnetik pada Logam Sebagai Media Praktikum di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas sains dan Tekhnologi*, 1(1), 197-197.
- Arief Budijanto, S. T., & Winardi, S. (2021). *Interfacing ESP32*. Scopindo Media Pustaka.
- Desmana, "Perancangan Robot Pendeteksi Logam Berbasis Android dengan Komunikasi Bluetooth," *JAMIK: Jurnal Aplikasi Manajemen Informatika Komputer*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Des 2021.
- Desrochers, D. (2020). Design and Verification of Search Coil Inductance for Pulse Induction Metal Detection.
- Fandidarma, B., Laksono, R. D., & Pamungkas, K. W. B. (2021). Rancang Bangun Mobil Remote Control Pemantau Area berbasis IoT menggunakan ESP 32 Cam. *Jurnal ELECTRA: Electrical Engineering Articles*, 2(1).
- Fitriani, R., & Paramytha, N. (2019). Robot Pendeteksi Logam Dengan Mikrokontroler. In *Bina Darma Conference on Computer Science (BDCCS)* (Vol. 1, No. 6, pp. 2272-2280).
- Hidayat, M. (2021). Rancang Bangun Robot Pencuci Mobil Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi*, 7(2), 1-9.
- Kusumah, Hendra, and Restu A. Pradana. "Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler dan Internet of Things Berbasis ESP32 pada Mata Kuliah Interfacing." *Journal Cerita*, vol. 5, no. 2, 2019, pp. 120-134.
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22-27.