

Rancang Bangun Sistem Penentu Posisi Koordinat (x,y) Menggunakan Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) Dan Perhitungan Metode Titik Berat Untuk Koil Pemindai Pada Metode *Eddy Current Testing* (ECT)

Design of a Coordinate Position (x, y) Determination System Using a Light Dependent Resistor (LDR) Sensor and the Calculation Titik Berat Method for the Scanning Coil at the Eddy Current Testing (ECT) Method

Putri Suci Febriani¹, Dudi Darmawan², Rahmat Awaludin Salam³

Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹putrisucif@student.telkomuniversity.ac.id, ²dudidw@telkomuniversity.ac.id,

³awaludinsalam@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Eddy Current Testing (ECT) merupakan salah satu metode dari *Non-Destructive Testing* (NDT) yang memanfaatkan medan magnet untuk melihat interaksi antara sumber medan magnet dengan objek yang akan diuji. Dalam penerapannya ECT membutuhkan koil untuk digunakan sebagai alat pemindai yang akan memindai cacat atau keretakan pada objek uji. Untuk membantu proses pengujian, dibutuhkan sistem pemindai yang dapat melakukan penginduksian arus pada koil sekaligus dapat mengetahui posisi koordinat penginduksi itu berada sehingga keretakan/kerusakan pada objek dapat langsung diketahui posisinya. Penelitian ini menggunakan sumber cahaya yang akan ditempatkan satu titik koordinat dengan koil agar koil dan sumber cahaya memiliki titik koordinat yang sama. Untuk mengetahui posisi sumber cahaya tersebut pada penelitian ini juga menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR). Sensor LDR ini digunakan untuk mendeteksi pergerakan cahaya yang berasal dari sumber cahaya sehingga sensor akan menerima cahaya sesuai dengan cahaya yang diterimanya. Untuk mengetahui posisi koordinat sumbu X dan sumbu Y tersebut, penulis menggunakan perhitungan metode titik berat. Dari percobaan yang telah dilakukan pada 10 titik koordinat didapatkan nilai rata-rata akurasi pada sumbu x adalah 99,6% dan akurasi pada sumbu y adalah 99,7% dengan resolusi pada alat adalah 2,5 cm.

Kata Kunci : *Eddy Current Testing*, *Non-Destructive Testing*, *Light Dependent Resistor*, metode titik berat.

Abstract

Eddy Current Testing (ECT) is one of the methods from *Non-Destructive Testing* (NDT) which using field magnetic to see the interaction between sources of the magnetic field and the tested object. In Practice, *Eddy Current Testing* (ECT) requires coil to be used as a scanner for detecting crack or defect on the surface of the object. To do the testing, we need to induct current on the coil to get the position also the coordinate to make sure the defect and cracked area. So, defect objects can be immediately identified on its position. This research use source of the light will be combined in one place with the coil so that the coil and the source of light have the same coordinate points. In this study, for finding the position of the light we need a sensor called LDR (*Light Dependent Resistor*). This LDR sensor is used to detect the movement of light coming from a light source so that the sensor will receive light according to the light it receives. To find out the position of the coordinates of the X and Y axes, the authors uses the "TITIK BERAT" method. From the experiments that have been tried out at 10 coordinate points, the average value of accuracy on the x-axis is 99.6% and the y-axis accuracy is 99.7% with the resolution at the tool is 2,5 cm.

Keywords: *Eddy Current Testing*, *Non-Destructive Testing*, *Light Dependent Resistors*, emphasis method.

1. Latar Belakang

Non Destructive Testing (NDT) atau yang biasa disebut dengan pengujian tak merusak merupakan teknik identifikasi yang digunakan dalam industri sains dan teknologi untuk mengevaluasi sifat material, komponen atau sistem tanpa menyebabkan adanya kerusakan [1]. Pengujian ini sering kali digunakan dalam tahap *Quality Control* pada suatu industri untuk dapat menghasilkan produk sesuai standar yang sudah ditetapkan [2]. Banyak metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengujian tak merusak, salah satu metodenya adalah metode *Eddy Current Testing* (ECT). Prinsip ECT ini didasarkan pada interaksi antara sumber medan magnet dengan objek yang akan diuji [3]. ECT menggunakan koil sebagai alat pemindai objek yang akan diuji. Koil ini terdiri dari koil *transmitter* dan koil *receiver*. Pada penelitian ini dirancang suatu sistem alat yang dapat bergerak menginduksikan medan magnet sesuai dengan objek uji sekaligus mengetahui posisi koordinat penginduksi itu berada dengan menggunakan sumber cahaya yang diletakkan pada titik koordinat yang sama dengan koil dan sensor *Light*

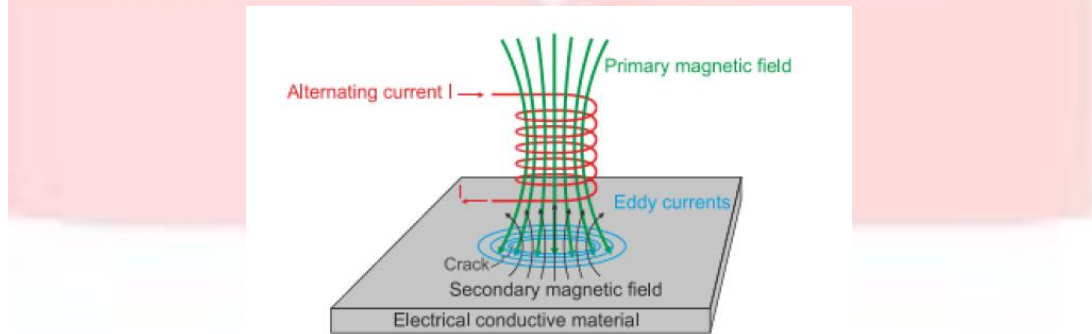
Dependent Resistor (LDR) yang akan mendeteksi pergerakan sumber cahaya. Penentuan posisi koordinat didapatkan dari perhitungan titik berat hasil tegangan yang diperoleh dari sensor.

2. Dasar Teori

2.1 Non Destructive Testing (NDT)

Non-Destructive Testing (NDT) adalah pengujian tak merusak yang dapat digunakan untuk mendeteksi cacat atau kerusakan yang ada pada bahan. NDT memiliki berbagai macam jenis metode pengujian, diantaranya *ultrasonic*, *elektromagnetic*, *liquid penetrant*, dan lain-lain [4]. Pemilihan metode untuk melakukan pengujian NDT dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan jenis bahan.

2.2 Eddy Current Testing (ECT)



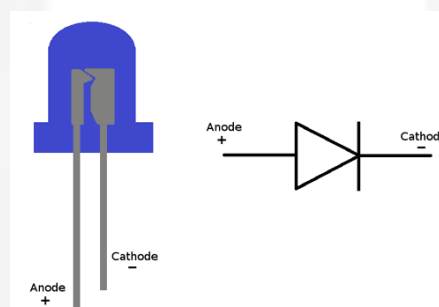
Gambar 2.1 Eddy Current Testing (ECT) [3]

ECT termasuk dalam metode *electromagnetic* dalam NDT yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi cacat pada bahan yang bersifat konduktif seperti besi, aluminium, tembaga, dan lain-lain [4]. Prinsip pada ECT didasarkan pada interaksi antara sumber medan magnet dan bahan yang akan diuji.

Ketika koil transmitter diberi arus bolak balik (AC) di sekitar koil akan timbul medan magnet yang arahnya sama dengan arah mengalirnya arus. Dalam medan magnet terdapat garis-garis gaya magnet yang merupakan garis yang keluar dari kutub utara magnet dan masuk ke kutub selatan magnet [3].

Jumlah garis-garis magnet yang menembus luas suatu permukaan disebut dengan fluks magnet. Apabila fluks magnetik berubah terhadap waktu akan muncul tegangan dalam koil transmitter yang dinamakan dengan gaya gerak listrik (ggl) induksi. Karena adanya interaksi ggl induksi yang menembus suatu permukaan bahan bersifat konduktor, maka akan muncul medan magnet sekunder yang akan menginduksi koil receiver. Setelah koil receiver terinduksi akan muncul fluks magnet pada koil receiver dan berubah menjadi ggl induksi di koil receiver. Ggl induksi yang didapat oleh koil receiver ini yang akan dianalisis hasilnya untuk mengetahui apakah pada bahan tersebut terdapat cacat atau tidak.

2.3 Light Emitting Diode (LED)



Gambar 2.2 LED [5]

Light Emitting Diode (LED) merupakan salah satu jenis lampu yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena harganya yang ekonomis. LED pada umumnya digunakan sebagai lampu indikator *on/off* diberbagai macam alat elektronik karena ukuran dan warna yang beraneka ragam. LED memiliki kaki positif (anoda) dan kaki negatif (katoda) yang memudahkan pemasangan LED pada rangkaian elektronik [5] seperti yang terlihat pada gambar 2.2.

2.4 Light Dependent Resistor (LDR)

Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) merupakan salah satu komponen resistor yang nilai resistansinya dapat berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterimanya. Semakin tinggi intensitas cahaya yang

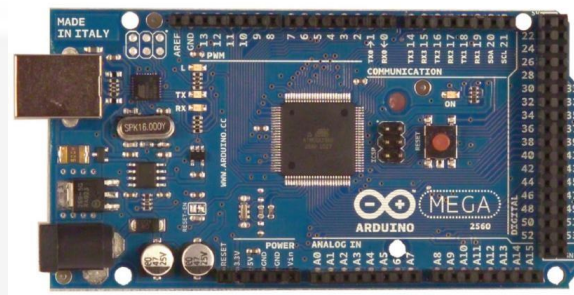
diterima LDR maka semakin rendah resistansinya, begitupun pada kondisi sebaliknya semakin rendah intensitas cahaya yang diterima LDR maka semakin tinggi nilai resistansinya [6].



Gambar 2.3 Sensor LDR [6]

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu perangkat elektronik yang berfungsi sebagai *Central Processing Unit* (CPU) memiliki *Read Only Memory* (RAM), *Random Acces Memory* (RAM), *Input/Output* (I/O), *Clock* dan lainnya yang diintegrasikan dalam satu *Integrated Chip* (IC). Mikrokontroler dapat dimasukkan program sebagai perintah atau isi yang dapat disesuaikan oleh keinginan. Untuk memasukkan program tersebut dapat menggunakan program berbagai macam bahasa pemrograman yang disesuaikan dengan tipe mikrokontroler yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler Arduino Mega yang memiliki 54 pin masukan digital dan 16 pin masukan analog [7].



Gambar 2.4 Mikrokontroler Arduino Mega 2560 [7]

2.6 Metode Titik Berat

Metode titik berat dapat digunakan untuk menentukan posisi atau kedudukan suatu benda [8]. Pada penelitian ini digunakan perhitungan metode titik berat untuk mencari posisi koordinat (x,y) dari alat pemindai. Berikut merupakan perumusan dari metode titik berat.

$$X_0 = \frac{\sum_i V_i X_i}{\sum_i V_i} \dots\dots\dots(2.1)$$

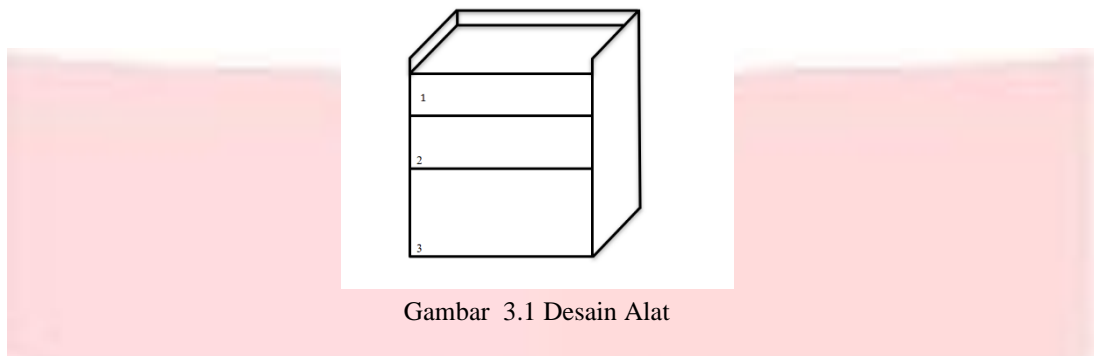
$$Y_0 = \frac{\sum_i V_i Y_i}{\sum_i V_i} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- X_0 : sumbu X
- Y_0 : sumbu Y
- X_i : letak posisi sensor i di sumbu X
- Y_i : letak posisi sensor I di sumbu Y
- V_i : tegangan pada sensor i

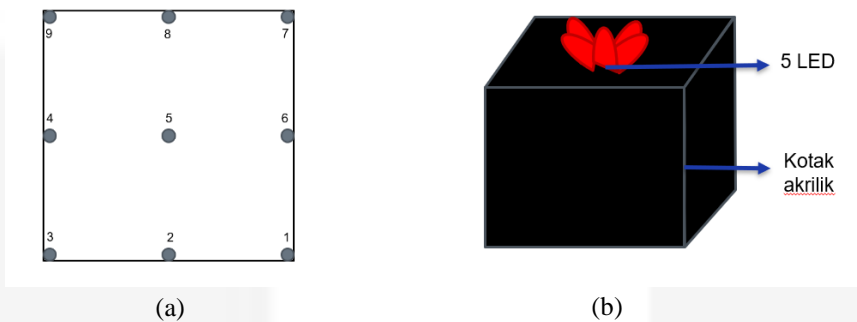
3. Pembahasan

3.1. Perancangan Sistem Penentu Posisi



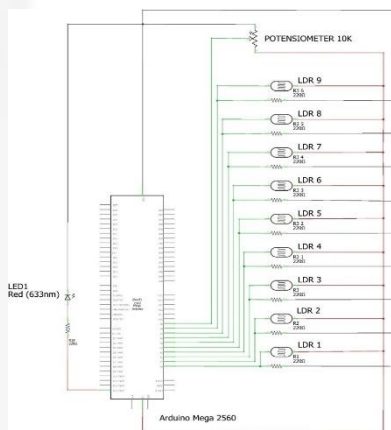
Gambar 3.1 Desain Alat

Desain akrilik alat terbagi menjadi tiga bagian seperti yang terlihat pada gambar 3.1. Bagian pertama merupakan tempat untuk rangkaian elektrik, bagian kedua merupakan tempat untuk pemindai ECT serta sensor LDR, dan bagian ketiga merupakan tempat untuk meletakkan objek yang akan dipindai dengan alat pemindai. Gambar 3.2 (a) menjelaskan tentang letak sensor LDR pada sistem penentu posisi pemindai ini dengan ukuran objek uji 10 cm x 10 cm. Pada sistem ini menggunakan sembilan sensor LDR yang mana jarak antar sensor tersebut adalah 5 cm. Jarak ini diambil karena menyesuaikan ukuran pemindai yang akan digunakan pada alat ini yaitu kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 4 cm. Pemindai ini juga yang nantinya akan digunakan sebagai tempat sumber cahaya. Seperti yang terlihat pada gambar 3.5 (b).



Gambar 3.2. (a) Letak Sensor LDR (b) Desain Sumber Cahaya

3.2 Rangkaian Elektrik

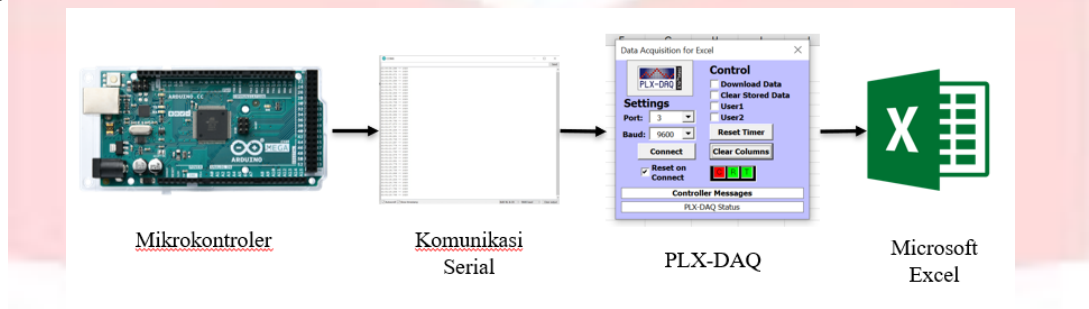


Gambar 3.3 Rangkaian Elektrik Sistem

Pada gambar 3.3 merupakan rangkaian elektrik pada sistem penentu posisi ini. Semua pin yang digunakan pada mikrokontroler dihubungkan dengan rangkaiannya masing-masing. Penelitian ini menggunakan sembilan sensor LDR dan lima LED.

3.3 Perancangan Sistem Akuisisi Data

Pada sistem perancangan akuisisi data ini, untuk mendapatkan data yang diperoleh mikrokontroler menggunakan komunikasi serial lalu memindahkannya ke Microsoft Excel dibutuhkan PLX-DAQ sebagai sistem akuisisi data. Berikut ini adalah proses untuk menghubungkan mikrokontroler dengan Microsoft Excel terlihat pada gambar 3.4.



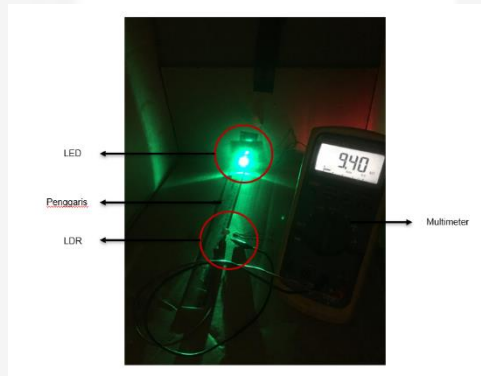
Gambar 3.4 Sistem Akuisisi Data

4. Hasil Penelitian

4.1 Karakterisasi Sensor LDR

Sebelum membuat rangkaian sistem secara keseluruhan, perlu adanya proses karakterisasi sensor agar dapat mengetahui apakah sensor tersebut sesuai dan dapat digunakan pada sistem atau tidak. Proses karakterisasi ini membutuhkan berapa alat dan dalam kondisi tempat yang gelap. Sumber cahaya/LED diletakkan di ujung dinding dan sinar LED menghadap lurus pada penggaris. Sensor diletakkan pada setiap titik pengukuran yaitu dari jarak 1 cm hingga 10 cm menghadap ke arah LED. Kaki kanan dan kiri sensor LDR dihubungkan dengan kabel positif dan negatif multimeter, sehingga perubahan nilai resistansi pada sensor LDR dapat terlihat di multimeter. Pada proses ini data yang diambil adalah data perubahan nilai resistansi (Ohm) sensor LDR terhadap setiap perubahan jarak (cm).

LED yang digunakan pada proses karakterisasi sensor ini terdiri dari beberapa variasi warna dan ukuran. Variasi warna yang digunakan diantaranya adalah hijau, biru, merah, dan putih. Untuk variasi ukuran LED hanya dilakukan pada satu warna yaitu LED putih dengan ukuran 5 mm, 8 mm, dan 10 mm. Variasi warna dan ukuran ini dilakukan untuk melihat perbedaan nilai resistansi yang dihasilkan dari sensor LDR. Berikut ini adalah hasil karakterisasi sensor LDR berupa nilai koefisien korelasi (R^2) yang didapatkan dari setiap variasi. Nilai koefisien korelasi (R^2) digunakan sebagai penentu LED yang akan digunakan pada penelitian.

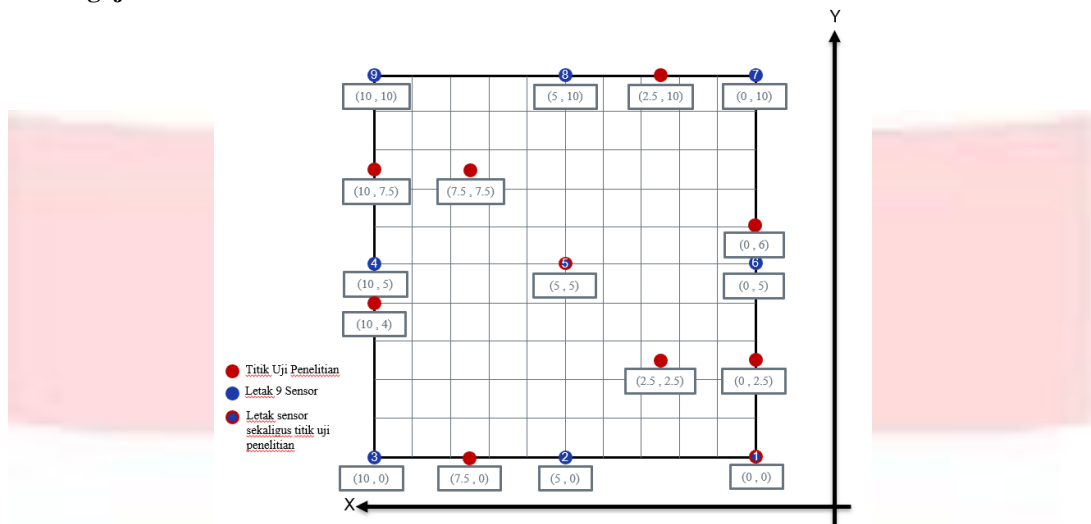


Gambar 4.1 Proses Karakterisasi Sensor

Tabel 4.1 Hasil Karakterisasi Sensor

| Jenis LED | Ukuran | Nilai R^2 |
|-----------|--------|-------------|
| Hijau | 5 mm | 95,5 % |
| Biru | 5 mm | 98,3 % |
| Merah | 5 mm | 99,4 % |
| Putih | 5 mm | 98,4 % |
| | 8 mm | 99,4 % |
| | 10 mm | 98,9 % |

4.2 Hasil Pengujian Sistem



Gambar 4.2 Titik Koordinat Pengujian

Titik koordinat pengujian dapat terlihat pada gambar 4.2 dengan tanda berwarna merah, sedangkan tanda yang berwarna biru merupakan letak sembilan sensor yang ada pada alat sistem penentu posisi. Berdasarkan gambar 4.1 dapat terlihat bahwa pada penelitian ini pengujian alat dilakukan pada 10 titik koordinat. Titik pengujian tersebut ditentukan berdasarkan variasi posisi sumber cahaya berada terhadap sensor. Pada setiap kondisi posisi sumber cahaya ditentukan dua titik koordinat pengujian seperti keterangan yang ada pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Titik Pengujian Alat

| No. | Kondisi Titik Pengujian | Titik Koordinat |
|-----|--|-------------------------------|
| 1 | Sumber cahaya tepat berada di bawah sensor | (0 , 0) & (5 , 5) |
| 2 | Sumber cahaya berada diantara dua sensor secara horizontal | (2.5 , 10) & (7.5 , 0) |
| 3 | Sumber cahaya berada diantara dua sensor secara vertikal | (0 , 2.5) & (10 , 7.5) |
| 4 | Sumber cahaya berada diantara empat sensor | (2.5 , 2.5) & (7.5 , 7.5) |
| 5 | Titik bebas pengujian | (0 , 6) & (10 , 4) |

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian pada 10 titik koordinat.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian

| Koordinat (0 , 0) | | | | Koordinat (5 , 5) | | | |
|-------------------------|-------|------------------|-------|-------------------------|-------|------------------|-------|
| Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | | Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | |
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 0,026 | 0,026 | 0 | 0 | 0,026 | 0,026 | 0 | 0 |
| Eror | | 0,026 | 0,026 | Eror | | 0,026 | 0,026 |
| Akurasi | | 97,4% | 97,4% | Akurasi | | 97,4% | 97,4% |
| Koordinat (2.5 , 10) | | | | Koordinat (7.5 , 0) | | | |
| Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | | Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | |
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 2,34 | 9,681 | 2,5 | 10 | 7,5 | 0,192 | 7,5 | 0 |
| Eror | | 0,064 | 0,032 | Eror | | 0 | 0,192 |
| Akurasi | | 99,9% | 100% | Akurasi | | 100% | 99,8% |
| Koordinat (0 , 2.5) | | | | Koordinat (10 , 7.5) | | | |

| Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | | Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | |
|-------------------------|-------|------------------|-------|-------------------------|-------|------------------|-------|
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 0,167 | 2,583 | 0 | 2,5 | 10 | 7,471 | 10 | 7,5 |
| Eror | | 0,167 | 0,033 | Eror | | 0 | 0,004 |
| Akurasi | | 99,8% | 100% | Akurasi | | 100% | 100% |
| Koordinat (2.5 , 2.5) | | | | Koordinat (7.5 , 7.5) | | | |
| Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | | Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | |
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| Eror | | 0 | 0 | Eror | | 0 | 0 |
| Akurasi | | 100% | 100% | Akurasi | | 100% | 100% |
| Koordinat (0,6) | | | | Koordinat (10,4) | | | |
| Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | | Perhitungan Titik Berat | | Jarak Sebenarnya | |
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 0,233 | 6,047 | 0 | 6 | 10 | 4,318 | 10 | 4 |
| Eror | | 0,233 | 0,008 | Eror | | 0 | 0,08 |
| Akurasi | | 99,8% | 100% | Akurasi | | 100% | 99,9% |

Berikut ini adalah tabel hasil rata-rata.

Tabel 4.4 Hasil rata-rata nilai akurasi

| No | Titik koordinat | Akurasi x | Akurasi y |
|-----------|-----------------|-----------|-----------|
| 1 | (0,0) | 97,4 | 97,4 |
| 2 | (5,5) | 99,99 | 99,99 |
| 3 | (2.5 , 10) | 99,936 | 99,968 |
| 4 | (7.5 , 0) | 100 | 99,808 |
| 5 | (0 , 2.5) | 99,833 | 99,967 |
| 6 | (10 , 7.5) | 100 | 99,996 |
| 7 | (7.5 , 7.5) | 100 | 100 |
| 8 | (2.5 , 2.5) | 100 | 100 |
| 9 | (0,6) | 99,767 | 99,992 |
| 10 | (10,4) | 100 | 99,92 |
| Rata-rata | | 99,6926 | 99,7041 |

5. Kesimpulan dan Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa telah berhasil dirancang dan dibuat sistem penentu posisi pemindai ECT menggunakan sensor LDR. Sistem penentu ini juga sudah diujikan pada 10 titik pengujian yang terbagi dalam lima variasi kondisi. Berdasarkan 10 titik pengujian tersebut didapatkan hasil nilai rata-rata akurasi pada sumbu x adalah 99,6% dan akurasi pada sumbu y adalah 99,7% dengan nilai akurasi pada alat adalah 2,5 cm. Hasil nilai rata-rata akurasi tersebut dapat membuktikan bahwa perhitungan metode titik berat untuk menentukan koordinat pemindai ini dapat dilakukan.

Saran untuk penelitian selanjutnya mengenai sistem penentu posisi pemindai menggunakan sensor LDR dapat menambahkan *display* atau layar hasil dari pergerakan pemindai agar pengguna dapat langsung mengetahui titik koordinat dari pemindai tersebut.

REFERENCE

- [1] MNA Amri, D Darmawan, S Suprayogi, "Perancangan Multikoil Pada Sistem Induksi Medan Magnet," *eProceedings of Engineering*, vol. 5, no. 3, 2018.
- [2] D. S. R. H. Namad Sianta, "PEMERIKSAAN KUALITAS BOOM FOOT MENGGUNAKAN," vol. 4, 2013.
- [3] Anggi Ari Pranasa, Dudi Darmawan, Asep Suhendi, "Perancangan dan Realisasi Sistem Pemindaian Pada Metode Eddy Current Testing (ECT) Untuk Mendeteksi Anomali Pada Bahan Ferromagnetik," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 3, p. 4906, 2016.
- [4] Febriyanti Novitasari, Dudi Darmawan, Mamat Rokhmat, "STUDI PERBANDINGAN KONFIGURASI KOIL METODA EDDY CURRENT TESTING (ECT) PADA BAHAN FERROMAGNETIK DAN NON-FERROMAGNETIK," 2014.
- [5] L. Kurniawati, Pengaruh Pencahayaan LED Terhadap Suasana Ruang Cafe dan Restoran, 2008.
- [6] Bowo Eko Cahyono, Irna Dwi Utami, Novia Puji Lestari, Nur Shabrina Oktaviyani, "Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya Pada Alat Ukur Tingkat Kekeuhan Air Berbasis Arduino Uno," *Jurnal*, vol. 7, Teori dan Aplikasi Fisika .
- [7] Pratomi Arjuna, Asep Suhendi, Indra Wahyudin Fathona, RANCANG BANGUN SISTEM KARAKTERISASI ARUS DAN TEGANGAN (I-V) KOMPONEN ELEKTRONIKA LINIER DAN LOGARITMIK BERBASIS MIKROKONTROLER, Bandung: Universitas Telkom, 2019.
- [8] Ayesha Humaira Aqmarina, Dudi Darmawan, Ahmad Qurthobi, PERANCANGAN SISTEM PENENTU POSISI TRANSCIEVER PEMINDAI EDDY CURRENT TESTING MENGGUNAKAN METODE TITIK BERAT MEDAN MAGNET BERBASIS SENSOR EFEK HALL, Bandung: Universitas Telkom, 2020.
- [9] Riyan Masjanuar, Eru Puspita, Taufiqurrahman, "DIMMER LAMPU PADA PENERANGAN RUANGAN MENGGUNAKAN LED YANG DILENGKAPI DENGAN OTOMATISASI DAN EMERGENCY".
- [10] NAF Yusuf, A Suhendi, D Darmawan, "Optimalisasi Metode Pengambilan Data Pada Sistem Pemindai Untuk Mendeteksi Anomali Pada Bahan Non-ferromagnetik Berbasis Metode Eddy Current Testing," *eProceedings of Engineering*, vol. 7, no. 1, 2020.
- [11] Adityo Sandhy Putra, Dudi Darmawan, Reza Fauzi Iskandar, "PERANCANGAN DAN REALISASI ALAT PENGGERAK KOIL UNTUK AUTOMASI INDUCED-CURRENT ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 2, p. 7330, 2015.
- [12] Dadan Nurdin Bagenda, Dede Maulana Priatna, "SIMULASI KENDARAAN TANPA AWAK PEMBACA RUANGMENGGUNAKAN METODE SCANNING," *TEDC*, vol. 11 No.2, p. 131, 2017.
- [13] Arduino, "Datasheet Arduino Mega 2560".
- [14] D. Darmawan, "Bertanya Fisika Seri Listrik Magnet," *Bandung: CV. Maju Jaya*, 2010.
- [15] D. p. F, "DataSheet Light Dependent Resistor," no. 232-3816, 1997.
- [16] A. Saputro, OPTIMALISASI PARAMETER KOIL PADA SISTEM PEMINDAI UNTUK MENDETEKSI ANOMALI PADA BAHAN NON-FERROMAGNETIK BERBASIS METODE EDDY CURRENT TESTING, Bandung: Universitas Telkom, 2018.