

Perancangan Sistem Tertanam berbasis Sensor Magnetometer HMC5883L sebagai Pendeteksi Kendaraan Roda Empat Terintegrasi *Internet of Things (IoT)*

Beny Firman¹, Chindi Wahyu Puspayana²

Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28 Komplek Balapan Yogyakarta

benyfirman@akprind.ac.id

Intisari — Penerapan sensor magnetometer HMC5883L pada penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan roda empat pada slot parkir. Pengujian pada sensor magnetometer HMC5883L didasarkan pada perubahan nilai kuat medan magnet pada sumbu x , y , dan z yang terjadi saat adanya pengaruh benda logam yang melintasi di atas sensor tersebut. Telah dirancang sebuah sistem tertanam yang berfungsi membaca data perubahan medan magnet pada sumbu x , y , dan z sebagai sensor pendeteksi kendaraan roda empat terintegrasi *Internet of Things (IoT)*. Hasil pengujian menunjukkan performa baik sensor magnetometer saat dilintasi kendaraan roda empat dengan posisi arah parkir maju dengan nilai sumbu x sebesar 436 – 986, nilai sumbu y sebesar -17 – 585, dan nilai sumbu z sebesar -65 – 385. Sedangkan untuk pengujian sensor magnetometer saat dilintasi kendaraan roda empat dengan posisi arah parkir mundur didapatkan nilai sumbu x sebesar 717 – 1048, sumbu y sebesar 147 – 430, sedangkan sumbu z sebesar 405 – 918.

Kata kunci— Sensor Magnetometer, HMC5883L, Sistem Tertanam, Parkir, *Internet of Things (IoT)*

Abstrak – The application of the HMC5883L magnetometer sensor in this study aims to detect the presence of four-wheeled vehicles in the parking slot. Tests on the HMC5883L magnetometer sensor are based on changes in the value of the magnetic field strength on the x , y , and z axes that occur when there is the influence of metal objects crossing over the sensor. An embedded system has been designed that functions to read data on changes in the magnetic field on the x , y , and z axes as a four-wheeled vehicle detection sensor integrated with the *Internet of Things (IoT)*. The test results show good performance of the magnetometer sensor when crossed by four-wheeled vehicles with a forward parking position with an x -axis value of 436 - 986, a y -axis value of -17 - 585, and a z -axis value of -65 - 385. As for testing the magnetometer sensor when crossed by a four-wheeled vehicle with a reverse parking position, the x -axis value is 717-1048, the y -axis is 147-430, while the z -axis is 405-918.

I. PENDAHULUAN

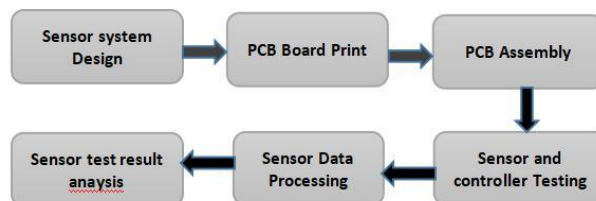
Permasalahan parkir saat ini masih menjadi pekerjaan rumah yang belum terselesaikan bagi kota besar. Penggunaan alat pendeteksi kendaraan saat ini banyak diterapkan pada tempat parkir untuk memudahkan penataan sistem parkir pada suatu area parkir. Alat pendeteksi ini umumnya menggunakan sebuah *Vehicle*

Loop Detector (VLD) dan *Cable Loop Detector* yang ditanam pada pintu masuk parkir yang kemudian terhubung dengan sistem palang pintu otomatis untuk memudahkan pengguna parkir masuk area parkir tersebut. Keterbatasan pada perangkat ini adalah harus ditanamkannya *Cable Loop Detector* tersebut dan sistem pendataan masih bersifat semi otomatis sehingga membutuhkan operator untuk menginputkan data tersebut.

Dari permasalahan tersebut maka pada penelitian ini dibuat sistem pendeteksi kendaraan roda empat menggunakan sensor Magnetometer sebagai sebuah sistem pemantau ketersediaan slot parkir lebih khusus lagi adalah adanya suatu sistem pendeteksi dengan menggunakan sensor magnetometer yang akan membaca nilai kuat medan magnet di sekitar sensor tersebut dan akan terpengaruh saat adanya objek kendaraan roda empat yang akan melintas di atas sensor.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat perancangan dan eksperimen terhadap perangkat keras maupun perangkat lunak berbasis *Embedded System*. Tahapan awal penelitian ini adalah perancangan sistem tertanam (*Embedded System*) berbasis IC terprogram ESP32 yang terintegrasi *Internet of Things (IoT)*. Berikut adalah tahapan perancangan pada sistem tertanam pada penelitian ini:



Gambar 1. Alur Perancangan Sistem Tertanam

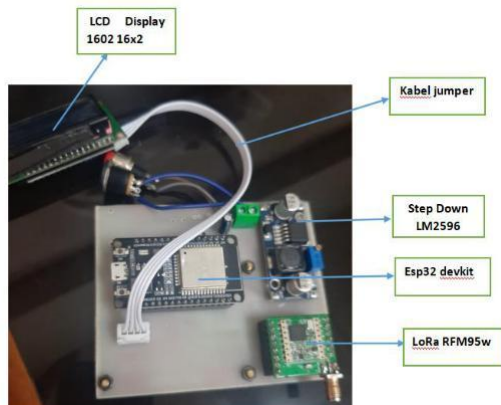
Pembuatan sistem deteksi kendaraan roda yang diterapkan pada aplikasi smart parking berbasis *Internet of Things* mengikuti beberapa tahap kegiatan. Tahapan kegiatan pembuatan sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan pertama dimulai dengan membuat desain sistem sensor menggunakan aplikasi EasyEDA. Sensor yang digunakan adalah sensor Magnetometer tipe

HMC5883L yang merupakan sebuah sensor kompas digital yang memiliki 3 sumbu yang dapat merepresentasikan kuat medan magnet di sekitar sensor. Ketiga sumbu pada sensor ini akan berubah dari kondisi nilai – nilai sebelumnya setelah adanya sebuah benda logam yang melewati sensor tersebut. Tahapan ketiga adalah pemasangan komponen dan dilanjutkan dengan pengujian sensor. Dalam tahapan ini kontroler berbasis mikrokontroler ATMEGA328 akan ditanamkan(embed) program yang akan mengaktifkan fungsi dari sensor magnetometer HMC5883L untuk dapat dibaca nilai kuat medan magnet yang mempengaruhi sensor pada sumbu sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Aplikasi yang digunakan dalam memprogram mikrokontroler ATMEGA328 adalah Arduino IDE dengan Bahasa pemrograman C++.

Tahapan keempat adalah pengujian rangkaian sensor dengan meletakkan sensor pada bagian bawah kendaraan untuk menguji sensitifitas sensor membaca perubahan kuat medan magnet yang terpengaruh di sekitar sensor saat adanya kendaraan roda 4 yang melintas di atasnya. Tahapan kelima adalah pengujian sensor dengan adanya kendaraan roda empat yang akan melintasi sensor. Pengujian dengan memosisikan kendaraan roda empat melintasi sensor dalam keadaan arah maju dan juga pengujian sensor dengan arah belakang atau mundur.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bagian dari sistem pendeteksi kendaraan roda empat terdiri dari: a) Sensor Magnetometer; b) Arduino Nano; c) Transceiver LoRa 915MHz. Pada sistem pendeteksi kendaraan roda empat ini sinyal yg dihasilkan oleh sensor magnetometer dibaca oleh mikrokontroler pada platform Arduino Nano sebagai sinyal utama yang akan menentukan sensor apakah sedang mendeteksi keberadaan kendaraan roda empat atau bebas (*idle*).

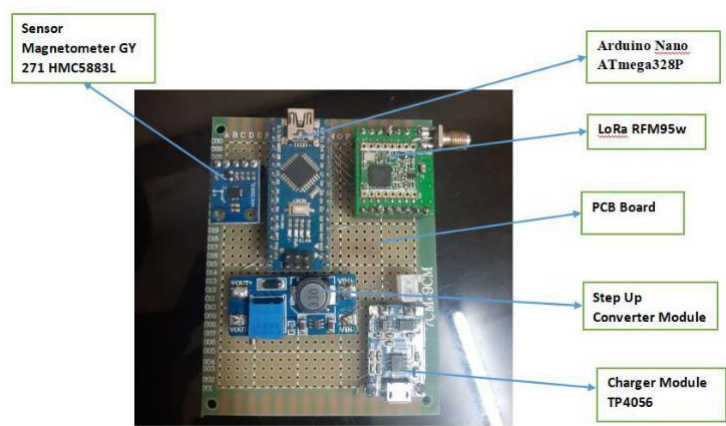


Gambar 2. Perangkat Penerima Data Sensor Magnetometer Terintegrasi IoT

Selanjutnya platform Arduino Nano akan meneruskan informasi terdeteksinya kendaraan roda empat tersebut ke perangkat LoRa penerima yang terpasang pada sisi pengumpul data (*Data Collector*) yang kemudian akan terhubung ke Sistem Informasi Ketersediaan Slot Parkir melalui perangkat NodeMCU *Internet of Things (IoT)*. Sistem komunikasi antara LoRa pengirim data sensor ke

LoRa penerima pada perangkat pengumpul data (*Data Collector*) memanfaatkan modulasi persebaran spectrum LoRa dengan frekuensi 915MHz yang sesuai dengan regulasi Kemenkominfo RI. Sedangkan komunikasi antara NodeMCU ke sistem informasi ketersediaan slot parkir berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Model sistem pendeteksi kendaraan roda empat pada smart parking ini terdiri dari rangkaian elektronik penerima seperti pada Gambar 2 dan pengirim sinyal pada Gambar 3 yang dapat merepresentasikan kuat medan magnet di sekitar sensor dimana sumbu pada sensor-sensor ini akan berubah dari kondisi nilai – nilai sebelumnya setelah adanya sebuah benda logam yang melewati sensor tersebut. Pada Gambar 3 menunjukkan papan elektronik/PCB perangkat pengumpul data (*Data Collector*).



Gambar 3. Rangkaian Pengirim Sinyal Pendeteksi Kendaraan Roda Empat berbasis Sensor Magnetometer HMC5883L

Bagian – bagian dalam sistem ini adalah a) ESP32 DevKit; b) LoRa RFM95w; c) LCD Alphanumeric 16x2; d) DC to DC Buck Converter/Step Down LM2596. Fungsi kerja pada bagian ini adalah sebagai berikut:

- ESP32 DevKit: sebagai pengendali utama pengolah data yang diterima melalui LoRa RFM95w yaitu berisi informasi ketersediaan data slot parkir dari masing – masing node sensor. Komunikasi pada ESP32 ke Sistem Informasi melalui internet.
- Receiver LoRa RFM95w: merupakan perangkat penerima data berbasis RF modulasi persebaran spectrum dengan frekuensi 915MHz.
- LCD Alphanumeric 16x2: merupakan media penampil data informasi diterimanya data dari masing – masing node sensor dan informasi kuat sinyal perangkat penerima dalam satuan – dBm.

DC to DC Buck Converter/Step-Down LM2596: sebagai penyesuai tegangan dari sebuah penyuplai daya listrik PLN 220V menggunakan power adaptor 5VDC sesuai dengan yang dibutuhkan oleh rangkaian control ESP32 dan +3.3VDC untuk tegangan kerja perangkat penerima LoRa RFM95w.

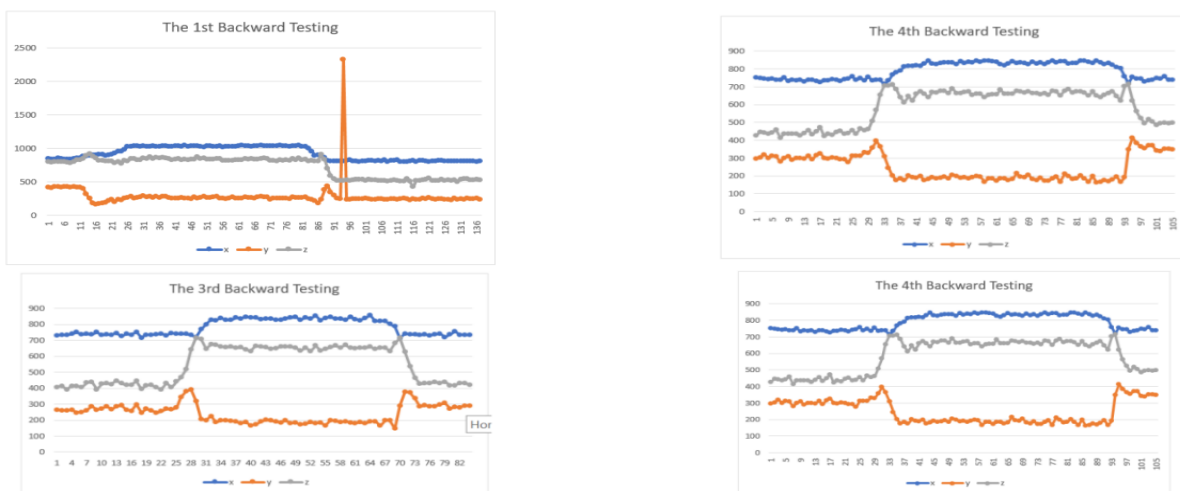
Pengujian dilakukan dengan cara objek mobil melintasi sensor yang terpasang di bawah jalan. Pengujian pertama dengan mobil bergerak arah maju melintasi sensor. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali pengujian arah maju untuk mengetahui apakah sensor dan rangkaian sistem deteksi sudah bekerja sesuai fungsinya.

Tabel 1. Pengujian Sensor Magnetometer pada Posisi Arah Parkir Maju

Pengujian	Nilai x	Nilai y	Nilai z
1	526 - 986	0-585	-65 - 365
2	436 - 875	-17 - 555	171 - 365
3	466 - 862	30 - 580	-251 - 370
4	438 - 832	20 - 580	-176 - 362
5	486 - 895	7-575	-198 - 385



Gambar 4 Grafik Pengujian Sensor Arah Maju



Gambar 5. Grafik Pengujian Sensor Arah Mundur

Pada pengujian sensor magnetometer dengan arah parkir maju didapatkan data pengukuran seperti pada TABEL 1 tampak bahwa kuat medan magnet terpengaruh saat adanya kendaraan roda empat melintasi di atas sensor. Pengujian ini dengan memposisikan mobil dengan arah parkir maju. Didapatkan data perubahan pada sumbu x, y, dan z cukup signifikan dari kondisi awal.

Gambaran hasil perubahan kuat medan magnet sensor ditunjukkan seperti pada GAMBAR 4. Sedangkan pada GAMBAR 5 merupakan hasil pembacaan data sensor magnetometer pada arah parkir mundur. Terdapat perbedaan pada masing – masing sumbu yang ada dan data tersebut diolah ke dalam sebuah kontroler AVR ATMEGA pada platform Arduino Nano.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi adanya kendaraan roda empat menggunakan sensor magnetometer. Sistem pendeteksian dilakukan dengan cara mengukur magnetisasi bahan magnetik seperti ferromagnet yang terdapat pada kendaraan roda empat dan tingkat akurasi sistem ini mencapai 100%. Pengendali sistem kendaraan roda empat dirancang menggunakan microcontroller ESP8266, modul sensor GY-273 menggunakan chip HMC-5883L dari Bosch yang terdiri atas 2-Axis sensor MEMS magnetometer. Modul ini berguna untuk mengakses arah mata angin atau arah kompas menggunakan kombinasi sensor MEMS magnetometer pada arah sumbu x, y, dan z dan dapat berjalan dengan baik dengan menghasilkan nilai-nilai sumbu x, y dan z yang selalu berubah berubah secara signifikan sesaat terdeteksinya kendaraan roda empat dengan arah datang maju atau mundur.

REFERENSI

- [1] T. Lin, H. Rivano, en F. Le Mouel, —A Survey of Smart Parking Solutionsl, *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, 2017.
- [2] K. J. Herin en J. Akkara, —Study of _ On - Street ‘ and _ Off - Street ‘ Parking Choice Behaviourl, *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng.*, 2019.
- [3] R. Clements, —Parking and the Cityl, *Plan. Theory Pract.*, 2019.
- [4] T. Rajabioun en P. Ioannou, —On-Street and off-street parking availability prediction using multivariate spatiotemporal modelsl, *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, 2015.
- [5] D. Guilbert, C. Le Bastard, S. S. Ieng, en Y. Wang, —State Machine for Detecting Vehicles by Magnetometer Sensorsl, *IEEE Sens. J.*, 2016.
- [6] J. J. Barriga *et al.*, —A smart parking solution architecture based on LoRaWAN and Kubernetesl, *Appl. Sci.*, 2020.
- [7] R. K. Kodali, K. Y. Borra, G. N. Sharan Sai, en H. J. Domma, —An IoT Based Smart Parking System Using LoRal, in *Proceedings - 2018 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery, CyberC 2018*, 2019.
- [8] K. K. Angelov, —Development and Implementation of a Demonstration Model of Smart Parking with LoRa-Based Communication Modulel, in *11th National Conference with International Participation, ELECTRONICA 2020 - Proceedings*, 2020.
- [9] C. M. Day, H. Premachandra, T. M. Brennan, J. R. Sturdevant, en D. M. Bullock, —Operational evaluation of wireless magnetometer vehicle detectors at signalized intersectionl, *Transp. Res. Rec.*, 2010.
- [10] C. F. Soon *et al.*, —Investigation of wireless magnetometer in sensing magnetic field changes at different car direction and speedl, *Bull. Electr. Eng. Informatics*, 2021.
- [11] A. Garriga, M. P. Linares, en J. Casanovas, —A simulation assessment of shockwave detection and damping algorithms based on magnetometers and probe vehicle datal, in *Transportation Research Procedia*, 2021.
- [12] Q. Zhang, X. Li, H. L. Pan, J. T. Wang, en Z. J. Zhao, —Detection of vehicle tracks by a three-axis magnetometerl, *Sensors Actuators, A Phys.*, 2018.
- [13] M. Hodoň, O. Karpiš, P. Ševčík, en A. Kociánová, —Which digital-output MEMS magnetometer meets the requirements of modern road traffic survey?l, *Sensors (Switzerland)*, 2021.