

Sistem Pengisian Daya Secara Wireless Menggunakan IoT Berbasis Tracking Panel Surya

Alfarid Hendro Yuwono¹⁾, Reza Diharja²⁾, Muhammad Wahyu Solihin³⁾

^{1),3)}Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Sigura-gura 2 Malang

²⁾Teknik Elektro, Universitas Jayabaya
Jl. Pulomas Selatan Kav 23, East Jakarta
Email : alfaridhendroyuwono@lecturer.itn.ac.id

Abstrak. Teknologi pembuatan baterai telah berkembang cukup pesat. Teknologi pengisian baterai juga mengalami berbagai inovasi dalam proses pengisian energi pada baterai. Ini membutuhkan sistem pengisian baterai yang sederhana, cepat dan mudah. Dalam studi ini, kami telah merancang dan merealisasikan sistem pengisian baterai nirkabel yang dipasok oleh panel surya menggunakan sistem pelacakan. Sistem ini dilengkapi dengan IoT (internet of Things) yang bertujuan untuk memantau energi yang dihasilkan dan digunakan saat pengisian baterai. Selanjutnya, sistem pelacakan pada panel surya akan dibandingkan dengan sistem non-pelacakan yang dipantau melalui IoT. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem pelacakan panel surya dapat meningkatkan kinerja panel surya. Sistem IoT dapat membandingkan nilai energi tambahan yang dihasilkan saat menggunakan sistem pelacakan panel surya melalui data di IoT.

Katakunci: Wireless Charging, Tracking solar panel, internet of things.

1. Pendahuluan

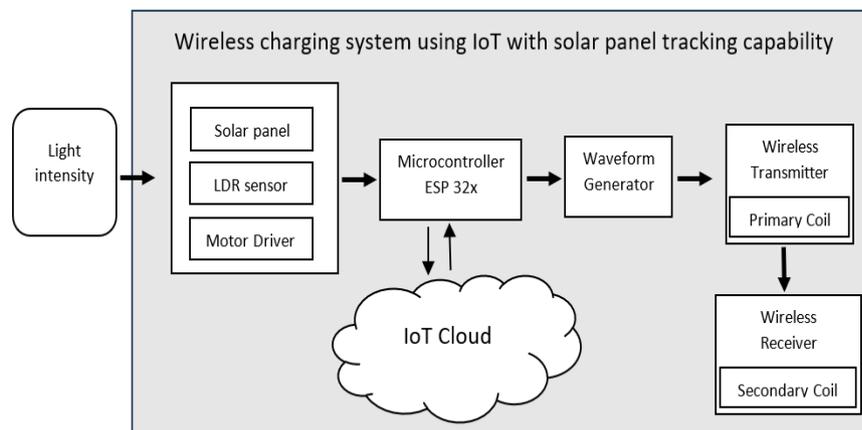
Panel surya adalah pembangkit energi listrik yang berasal dari sinar matahari yang digunakan sebagai pembangkit energi yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan pencemaran[1]. Saat ini, panel surya telah banyak diaplikasikan di industri dan di berbagai kalangan masyarakat. Sistem pelacakan panel surya banyak digunakan sehingga panel surya dapat menghasilkan energi listrik yang lebih banyak daripada panel surya non-pelacakan [2]. Banyak sistem kontrol yang digunakan seperti pelacakan panel surya '1', logika fuzzy sering banyak digunakan di berbagai bidang seperti sistem pelacakan panel surya [3], navigasi robot [4], [5], dan sistem penyaringan udara elektrostatik [6].

Perkembangan dalam sistem pengisian baterai juga berkembang. Selain kebutuhan pengisian cepat pada baterai, diperlukan juga sistem pengisian baterai seperti metode wireless power transfer berdasarkan tracking panel. Metode ini menggunakan energi yang berasal dari energi matahari yang diubah menjadi energi listrik oleh panel surya. Energi listrik tersebut kemudian dibuat menjadi gelombang sinus untuk ditransmisikan melalui dua kumparan yang kemudian dikutuk untuk sistem pengisian baterai [7]. Penelitian tentang transfer daya nirkabel dikembangkan untuk berbagai aspek kebutuhan manusia misalnya di bidang medis, transfer daya nirkabel digunakan untuk memasok perangkat elektronik implan ke tubuh pasien [8]. Otomotif industry juga telah mulai mengembangkan sistem transfer daya nirkabel untuk mengisi baterai mobil listrik [9], [10]. Internet of things (IoT) adalah jaringan yang menghubungkan berbagai objek yang telah mengidentifikasi identitas dan alamat IP, sehingga mereka dapat berkomunikasi satu sama lain dan bertukar informasi tentang diri mereka sendiri dan lingkungan yang mereka rasakan. IoT digunakan sebagai sistem pemantauan dan kontrol untuk objek yang terhubung melalui jaringan komunikasi [11]. Salah satu fungsi IoT banyak digunakan untuk memantau beberapa perangkat yang terhubung melalui jaringan internet yang digunakan untuk memantau kondisi suatu perangkat seperti pemantauan daya listrik di rumah [12]. Dalam penelitian ini, kami telah merancang dan merealisasikan sistem pengisian baterai nirkabel yang dipasok oleh panel surya menggunakan sistem pelacakan panel surya. Sistem ini juga terhubung dengan IoT yang dapat digunakan sebagai kontrol dan monitor pada pengisian baterai. Sistem ini diharapkan dapat menghasilkan energi listrik dari sinar matahari secara optimal dan dapat dipantau secara real time

2. Pembahasan

Diagram blok sistem pengisian baterai nirkabel menggunakan pelacakan panel surya berbasis IoT diilustrasikan pada Gambar 1. Intensitas sinar matahari akan mengenai panel surya dan sensor LDR pada sistem pelacakan panel surya. Panel surya akan mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang akan disimpan dalam baterai. Sensor LDR akan membandingkan nilai intensitas sinar matahari sehingga sudut datangnya sinar matahari dapat diketahui dan motor penggerak akan menggerakkan panel surya sehingga panel tegak lurus dengan sudut datangnya sinar matahari. Data keluaran daya pada panel surya akan dikirim oleh mikrokontroler ke ThingSpeak untuk dipantau. Mikrokontroler ESP 32 digunakan untuk mengirim data daya keluaran panel surya ke IoT.

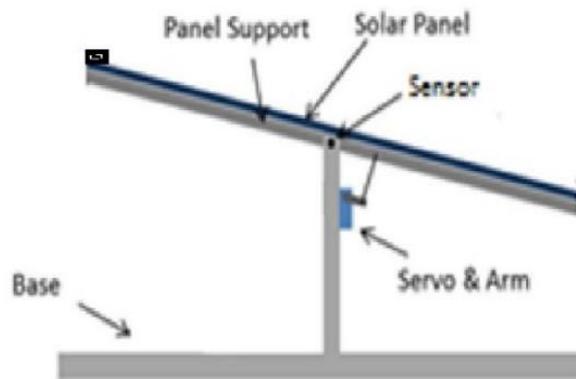
Generator bentuk gelombang mengubah Energi listrik yang tersimpan dalam baterai pada sistem pelacakan panel surya diubah menjadi gelombang sinus dengan frekuensi 91 kHz. Gelombang sinus ini akan dipancarkan pada sistem pemancar nirkabel dan akan diterima oleh penerima nirkabel. Energi listrik yang diterima oleh penerima nirkabel diubah menjadi gelombang DC yang digunakan untuk mengisi baterai.



Gambar 1. Blok diagram system pengisian wireless battery menggunakan IoT berbasis solar panel tracking

a) Solar Panel Tracking

Sistem pelacakan surya digunakan agar panel surya dapat mengikuti arah pergerakan matahari yang membuat permukaannya selalu tegak lurus terhadap sinar matahari seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem ini menggunakan panel surya 100 WP, mikrokontroler Arduino Nano, motor servo, dan dua sensor Light Dependent Resistor (LDR). Nilai resistansi LDR akan berubah ketika jumlah intensitas cahaya yang mengenai LDR juga berubah. Perubahan resistansi menghasilkan perubahan tegangan pada rangkaian pembagi tegangan.

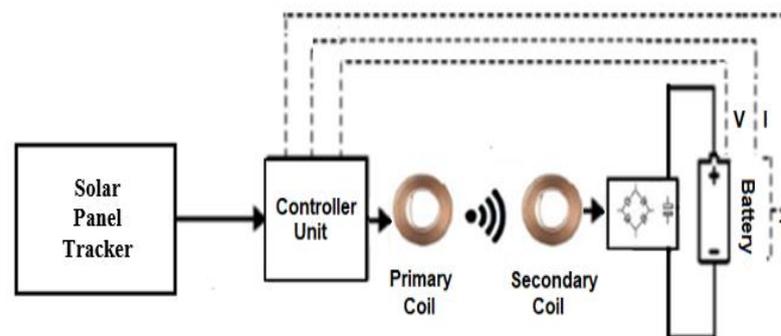


Gambar 2. Solar Panel Tracking dengan IoT

Perubahan tegangan 2 LDR akan dibaca oleh mikrokontroler dan dibandingkan dengan nilai tegangan. Jika 2 LDR memiliki nilai tegangan yang berbeda, maka mikrokontroler akan menggerakkan motor servo sehingga panel surya bergerak hingga nilai tegangan pada 2 LDR memiliki nilai yang sama. Ketika 2 LDR memiliki nilai tegangan yang sama, intensitas cahaya yang mengenai 2 LDR juga sama sehingga permukaan panel surya tegak lurus terhadap sinar matahari.

b) Wireless Charging

Transfer daya nirkabel induksi mengubah sinyal DC menjadi sinyal AC sinusoidal yang kemudian dikirim dari kumparan primer ke kumparan sekunder yang dipancarkan dalam bentuk fluks magnetik [13], seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



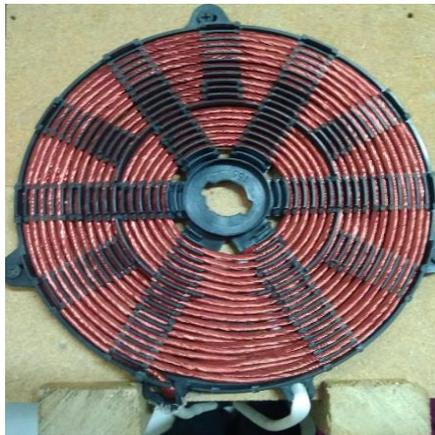
Gambar 3. The Wireless Charging Battery

Sistem pengisian nirkabel ini menggunakan gelombang sinus dengan frekuensi 91 kHz. Ini digunakan karena memiliki efisiensi tertinggi. Rangkaian penyearah digunakan untuk mengubah gelombang AC yang diterima oleh kumparan sekunder menjadi gelombang DC. Low pass filter juga digunakan untuk menyaring frekuensi yang tidak diinginkan, sehingga tegangan yang masuk ke baterai adalah tegangan DC murni. Pada penelitian ini, jarak antara kumparan primer dan sekunder berada pada jarak sekitar 1 cm. Bagian pemancar adalah modul AD9833 Programmable Waveform Generator, TDA7386 Amplifier, X9C103 Digitally Controlled Potentiometer, dan kumparan primer.

AD9833 adalah generator bentuk gelombang berdaya rendah yang dapat diprogram yang mampu menghasilkan output gelombang sinus, segitiga, dan persegi. Generasi bentuk gelombang diperlukan dalam berbagai jenis aplikasi penginderaan domain waktu, aktuasi dan reflektometri (TDR). Frekuensi dan fase output adalah perangkat lunak yang dapat diprogram, memungkinkan penyetelan yang mudah. Modul X9C103 yang diprogram melalui mikrokontroler dapat mengubah nilai resistansi yang digunakan untuk mengubah daya dalam sistem pemancaran. TDA7386 adalah penguat daya audio kelas AB kelas teknologi baru dalam paket Flexiwatt 25 yang dirancang untuk aplikasi radio mobil kelas atas.

Berkat konfigurasi output PNP / NPN yang sepenuhnya saling melengkapi, TDA7386 memungkinkan ayunan tegangan output rel ke rel tanpa memerlukan kapasitor bootstrap. Jumlah komponen yang sangat berkurang memungkinkan set yang sangat ringkas.

Modul amplifier ini mengubah daya DC dari baterai panel surya menjadi gelombang AC sinus dengan daya besar untuk ditransmisikan oleh kumparan primer ke kumparan sekunder. Koil primer dan kumparan sekunder yang digunakan dalam sistem pengisian nirkabel ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Primary Coil and Secondary Coil

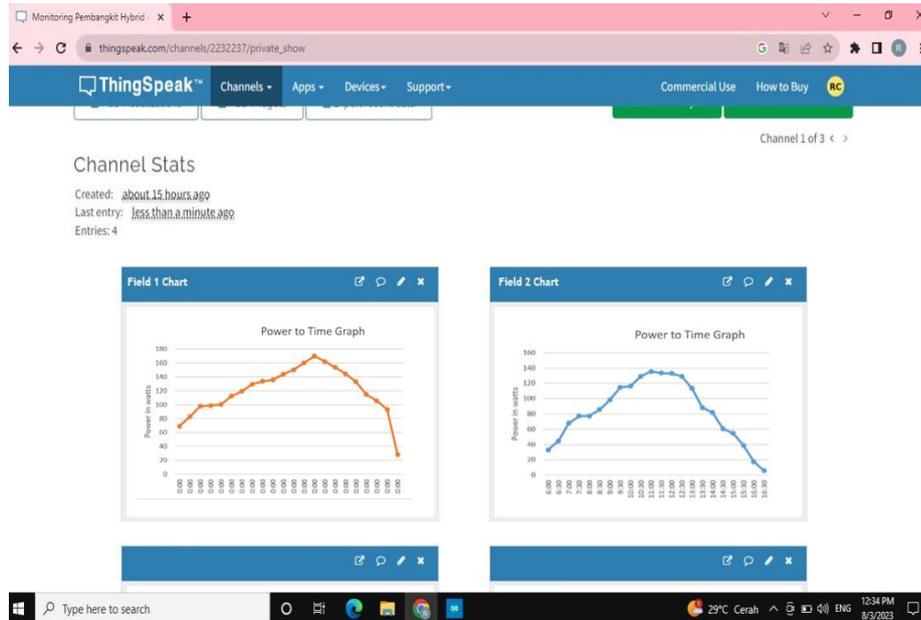
Kumparan primer dan kumparan sekunder yang digunakan memiliki diameter 26 cm. Kedua kumparan induksi ini memiliki karakteristik yang sama sehingga memiliki frekuensi osilasi sebesar 90 kHz, sehingga ketika gelombang sinus melewati kumparan primer maka akan ditransfer secara nirkabel dan akan diterima oleh kumparan sekunder.

Bagian penerima adalah kumparan sekunder, sirkuit penyearah, filter low pass dan baterai sebagai beban. Selama proses pengisian pada aki terdapat sensor tegangan, sensor arus, dan sensor suhu untuk mengetahui nilai tegangan, arus, dan suhu pada baterai. Pemantauan tegangan, arus dan suhu baterai dilakukan oleh mikrokontroler kemudian data dikirim ke IoT. Data dari IoT akan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan pemantauan secara real time.

c) Internet of Things

Internet of things (IoT) adalah perangkat yang dilengkapi dengan sensor, kemampuan pemrosesan, perangkat lunak, dan teknologi lain yang menghubungkan dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lain melalui Internet atau jaringan komunikasi lainnya. IoT mencakup elektronik, komunikasi, dan teknik ilmu komputer. Fungsi IoT pada sistem wireless charging adalah sebagai monitoring hasil output daya pada panel tracking dan non-tracking. Daya keluaran sistem pelacakan dan non-pelacakan panel surya dipantau dan disimpan di IoT. Proses pengisian daya pada baterai juga dipantau dan dikendalikan melalui IoT.

Thingspeak adalah salah satu platform yang dapat digunakan sebagai cloud untuk sistem Internet of Things (IoT) dan digunakan untuk pemantauan dan kontrol sistem pengisian baterai nirkabel. Data yang dimasukkan pada Thingspeak juga dapat disimpan dan diambil dengan berbagai perangkat menggunakan HTTP (Hypertext Transfer Protocol) melalui koneksi internet atau LAN (Local Area Network). Data output daya pada panel surya dapat dipantau secara real time dan dapat dihitung perbedaan output daya pada sistem pelacakan panel surya dan non-pelacakan seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. ThingSpeak sebagai IoT

Panel surya dengan sistem pelacakan dan panel surya non-pelacakan dipasang di tempat yang sama dan pada hari yang sama untuk mendapatkan data intensitas sinar matahari yang sama. Data dari output pelacakan dan non-pelacakan panel surya dipindai setiap 30 menit untuk menentukan perubahan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Data dipindai oleh mikrokontroler dan dikirim ke IoT untuk ditampilkan dalam bentuk grafis dan dapat dipantau secara real time.

Sistem pengisian nirkabel pada baterai juga terhubung dengan ThingSpeak sebagai IoT melalui mikrokontroler, sehingga selama proses pengisian baterai daya yang masuk dapat dipantau secara real time. Sistem pengisian nirkabel juga dapat dikontrol melalui ThingSpeak sebagai IoT. Sensor akan memindai tegangan pada baterai untuk mengetahui energi yang dibutuhkan dalam baterai dan waktu pengisian yang dibutuhkan hingga baterai terisi penuh.

3. Kesimpulan

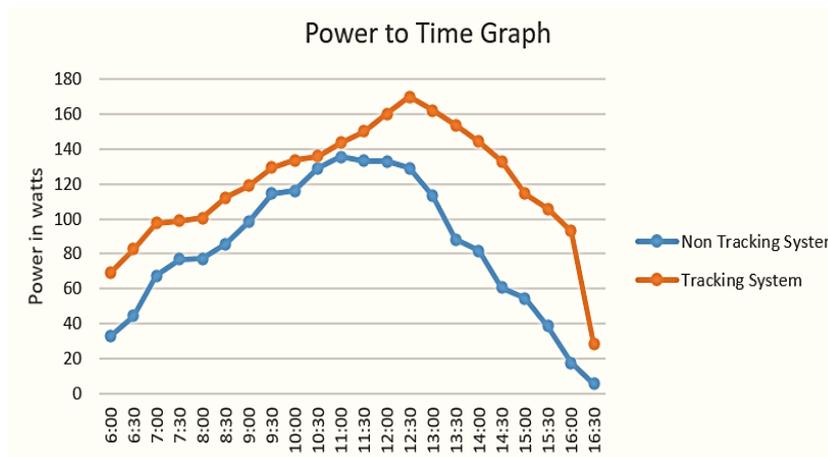
Sistem pelacakan panel surya yang digunakan dalam percobaan ditunjukkan pada Gambar 6. Dalam percobaan pertama, kami membandingkan daya keluaran panel surya dengan sistem tracking dan tanpa sistem pelacakan yang direkam setiap 30 menit. Hasil data eksperimen ini dikirim ke ThingSpeak untuk diproses dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Data grafik daya dari hasil pelacakan dan non pelacakan panel surya ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Solar panel tracking system

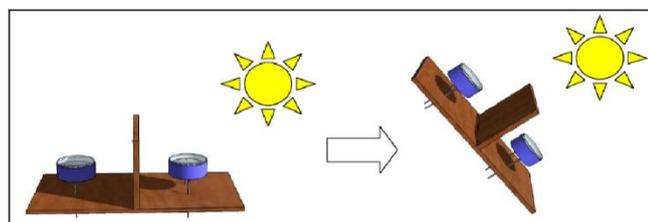
Dari data grafik pada gambar 7 kita dapat mengetahui bahwa pada pagi dan sore hari, panel surya yang dilengkapi dengan sistem pelacakan menghasilkan daya listrik yang lebih tinggi.

ThingSpeak sebagai IoT dapat membandingkan dan menghitung daya keluaran data dari pelacakan panel surya dan non pelacakan. Panel surya yang dilengkapi dengan pelacakan surya memberikan daya listrik rata-rata yang lebih tinggi sebesar 43%. Ini menunjukkan bahwa sistem pelacakan surya dapat meningkatkan kinerja daripada panel surya non pelacakan.



Gambar 7. Output daya solar panel tracking dan non tracking

Peningkatan output daya pada panel surya terjadi pada pagi dan sore hari di mana sudut panel surya dan non-pelacakan tidak sama. Di pagi hari sistem pelacakan panel surya akan membaca dua nilai LDR yang berbeda. Ini karena salah satu sensor LDR terkena cahaya dan satu lagi tertutup bayangan.



Gambar 8. Respons LDR ketika tertutup bayangan

Sistem akan mendeteksi perbedaan nilai LDR dan akan mengaktifkan motor servo untuk menggerakkan panel surya menuju sudut datang matahari, sehingga dua nilai LDR akan memiliki nilai yang sama. Sistem pelacakan panel surya dengan dua LDR ini dapat dilihat pada gambar 8.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada LPPM dan kepada ITN karena dengan anggaran dana yang diberikan maka penelitian ini dapat dilakukan dan dapat memberikan hasil bagi mahasiswa, dosen, dan institute sendiri.

Daftar Pustaka

- [1]. AH Yuwono, M Rivai, TA Sardjono, "Solar Panel-based Wireless Battery Charging System using Fuzzy Control Method," IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 847 (1), 012088
- [2]. Guo L, Han J, and Otieno AW, 2013. Design and Simulation of a Sun Tracking Solar Power System. ASEE Annual Conference & Exposition, pp.1-6

- [3]. Rivai M, Rendyansyah, and Purwanto D, 2015. Implementation of Fuzzy Logic Control in Robot Arm for Searching Location of Gas Leak. International Seminar on Intelligent Technology and Its Application, pp 69-74
- [4]. Putra R, Rivai M, and Irfansyah AN, 2018. Unmanned Surface Vehicle Navigation Based on Gas Sensors and Fuzzy Logic Control to Localize Gas Source. Journal of Physics: Conference Series, 1201, pp.1-8
- [5]. Rendyansyah, Rivai M, and Purwanto D, 2019. Olfactory Arm Mobile Robot for Object Inspection Based on Fuzzy Logic and Support Vector Machine. Journal of Physics: Conf. Series, 1196, pp.1-9
- [6]. Meivita DN, Rivai M, and Irfansyah AN, 2018. Development of an Electrostatic Air Filtration System Using Fuzzy Logic Control. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 8, pp. 1284-1289
- [7]. Bomber A, and Rosa L, 2006. Wireless Power Transmission: An Obscure History, Possibly a Bright Future. Phys 464: Appl. Opt., pp. 1–15.
- [8]. Jiang H, Zhang J, Lan D, Chao, Liou S, Shahnasser H, Fechter R, Hirose S, Harrison M, Roy S, 2013. A Low-Frequency Versatile Wireless Power Transfer Technology for Biomedical Implants. IEEE Trans. Biomed. Circuits Syst, 7, pp. 526–535
- [9]. Yashchenko V, Turgaliev V, Kozlov D, Vendik I, and Katsay A, 2017. Adaptive impedance-matching network for wireless power transfer system with off-center receiver, Electromagnetics Research Symposium, pp. 2185–2189
- [10]. Samanta S, Rathore AK, and Thrimawithana DJ, 2017. Analysis and Design of Current-Fed Half-Bridge (C)(LC)–(LC) Resonant Topology for Inductive Wireless Power Transfer Application. IEEE Trans. Ind. Appl., 53, pp. 3917–3926
- [11]. H. Keipour, S. Hazra, N. Finne, and Thiemo Voigt, "Generalizing Supervised Learning for Intrusion Detection in IoT Mesh Networks", First International Conference on Ubiquitous Security (UbiSec), 2021
- [12]. ID Christanto, R Diharja, M Mardiono, PD Widayaka, AH Yuwono, 2021. Mirroring Display KWH Meter untuk Memantau Penggunaan Daya Listrik Menggunakan Mikrokontroler ESP32-CAM. Jurnal Bumigora Information Technology (BITe) 3 (2), 161-174.
- [13]. Yashchenko V, Turgaliev V, Kozlov D, Vendik I, and Katsay A, 2017. Adaptive impedance-matching network for wireless power transfer system with off-center receiver. Electromagnetics Research Symposium - Spring, pp. 2185–2189. Roger E. Pedersen, 2003. *Game Design Foundation*. Wordware Publishing.
- [14]. Suyanto, 2011. *Artificial Intelligence Searching, Reasoning, Planning dan Learning*. Informatika, Bandung.
- [15]. Arif, Nursida, Febriana S.W, “Penggunaan Metode *Machine Learning* Untuk Pengenalan Pola Tutupan Lahan Pada Citra Satelit”, in Proc. Semnasteknomedia 2016, pp.1.2-1, 6-7 Februari 2016.
- [16]. Borglet, C, 2003, Finding Association Rules with Apriori Algorithm, <http://www.fuzzy.cs.uniagdeburg.de/~borglet/apriori.pdf>, diakses tgl 23 Februari 2007.