

Rancang Bangun Sistem Monitoring kWh-Meter Berbasis Modbus dengan Media Power Line Communication

Eko Budi Utomo¹, Nofria Hanafi², Syahrul Ismail³

^{1,2,3}Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Jl. Raya ITS Kampus PENS Sukolilo Surabaya 60111

E-mail: ekobudi_u@pens.ac.id, hanafi@pens.ac.id, 16syahrulismail@gmail.com

Abstrak— Power Line Carrier merupakan sistem pemanfaatan jaringan listrik sebagai media transmisi data guna menghubungkan beberapa device untuk dapat berkomunikasi. Teknologi komunikasi ini biasa dikenal dengan Power Line Communication, dimana jalur yang digunakan untuk melakukan transmisi listrik juga dapat berfungsi sebagai jalur komunikasi transmisi data. Masalah yang dihadapi adalah pengaruh noise yang berdampak pada kesalahan pertukaran informasi atau data yang diterima berstatus invalid. Pada penelitian ini dibuat sebuah alat guna untuk meningkatkan validasi data pada komunikasi power line communication dengan menggunakan metode CRC (Cyclic Redundancy Check) pada protokol modbus RTU. Metode CRC digunakan untuk koreksi error antara pengiriman data dengan penerimaan data sehingga bisa didapatkan data yang valid. Alat yang akan dibuat berupa Kwh-Meter yang dapat digunakan langsung pada media komunikasi Power Line Communication serta berguna untuk memonitoring penggunaan daya suatu bangunan/laboratorium dalam case saat koneksi internet sedang nonaktif. Kwh-meter ini dapat di monitor melalui local webserver yang tertanam pada device master. Alat ini terdiri dari 1 master dan 3 slave. Jarak komunikasi maksimum dari alat ini sejauh 100M telah di uji dengan cara komunikasi antar ruangan menggunakan baudrate 9600bps sebanyak 10 Bytes data per detik. Penggunaan CRC untuk pengiriman data dari 3 Slave ke 1 Master dapat memberikan koreksi maksimal untuk jarak dibawah 100 meter.

Kata kunci : Kwh-meter Modbus, Power Line Communication, CRC, Master, Slave, ESP32

Abstract— Power Line Carrier is a system for utilizing the electricity network as a data transmission medium to connect several devices to be able to communicate. This communication technology is commonly known as Power Line Communication, where the lines used to transmit electricity can also function as data transmission communication lines. But as the communication system develops, it still has the main factor or main problem, namely errors in the exchange of information or data, this causes the data received by the recipient to be data that is not properly received. Therefore, in this final project, the authors created a tool to improve power line communication using the CRC (Cyclic Redundancy Check) method to maximize the decision process in a system. The tool to be made is in the form of a kwh-meter which is expected to be used directly for the application of Power Line Communication media. And can be useful for monitoring the power usage of a building significantly. The kwh-meter in this project can be monitored via a local webserver that is embedded in the master device. This tool consists of 1 master and 3 slaves. The maximum communication distance of this device is 100M and has been tested by means of inter-room communication using baudrate 9600bps with 10 Bytes of data per second. The results of sending data from 3 Slaves to 1 Master can provide maximum correction for distances below 300 meters.

Keyword: Kwh-meter Modbus, Power Line Communication, CRC, Master, Slave, ESP32

I. PENDAHULUAN

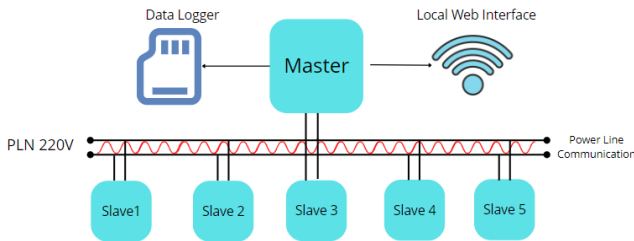
Pada era perkembangan teknologi revolusi industri, banyak produk yang berkompetisi untuk memecahkan beberapa masalah yang berkaitan dengan sistem kerja mesin, kontrol manajemen produksi dan manajemen konsumsi energi guna meningkatkan kinerja suatu perusahaan dan menekankan efisiensi terhadap penggunaan energi yang sangat mempengaruhi sistem produksi suatu perusahaan [2]. Salah satu faktor penting dalam meningkatkan kinerja suatu perusahaan yang telah disebutkan yaitu komunikasi, dengan adanya komunikasi antar device yang dapat di pantau oleh perusahaan maka akan dapat di analisa beberapa data yang dapat mempengaruhi kinerja suatu perusahaan terhadap produksi dan konsumsinya. Penerapan komunikasi pada suatu sistem produksi tentunya mengharuskan untuk melakukan instalasi perkabelan kusus transmisi, semakin banyak sistem yang digunakan semakain banyak pula kabel transmisi data yang harus digunakan begitu pula dengan penyesuaian luas dan besar nya gedung suatu perusahaan yang menambahkan konsumsinya kabel terhadap instalasi kabel transmisi data [3].

Power Line Carrier merupakan sistem komunikasi data yang dapat ditransmisikan melalui jalur transmisi listrik PLN, sistem komunikasi ini dapat diupayakan sebagai penekanan terhadap penggunaan kabel transmisi data yang berlebihan pada instalasi suatu gedung perindustrian [1]. Transmisi data dilakukan dengan cara mengirimkan data yang berbentuk frekuensi tinggi agar dapat dihantarkan melalui jalur transmisi listrik. dari proses pengiriman dan penerimaan datanya dikarenakan gangguan frekuensi yang diperoleh dari alat-alat kelistrikan yang digunakan pada jalur transmisi yang digunakan untuk komunikasi. Maka dari itu pada penelitian kali ini penulis mencoba untuk membuat alat yang memiliki sistem komunikasi power line carrier dengan menggunakan concentrator data topologi star dan mengimplementasikan metode CRC (Cyclic Redundancy Check) guna mengontrol pengolahan proses data selanjutnya [6]. Alat yang dibuat berupa kwh-meter menggunakan modul sensor PZEM-004T. Sensor ini dapat membaca beberapa nilai parameter kelistrikan seperti daya (Watt), Apparent Power (VA), Voltage RMS (V), dan Current RMS (A). Sensor akan dipasang pada modul slave dan akan mengirimkan data ke modul master menggunakan komunikasi power line carrier. Modul master akan menampilkan data pada webserver lokal dan melakukan logging data yang dibutuhkan.

II. METODE PENELITIAN

Alat ini digunakan sebagai monitoring kwh-meter dengan web local interface dan melakukan penyimpanan data pada

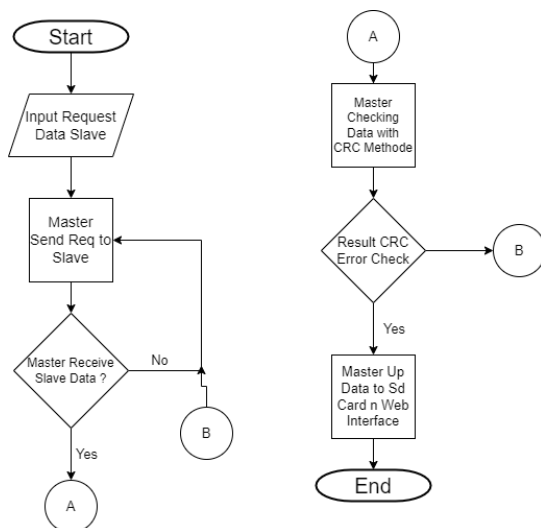
SD-Card sebagai data logger. Alat ini dirancang memiliki dua fungsi yaitu device master dan slave. Device master disambungkan dengan device slave menggunakan media Power Line Communication. Jumlah maksimum slave yang digunakan yaitu 5 buah. Diagram perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Sistem

Kendala penggunaan power line carrier adalah noise yang berakibat pada kevalidan data. Setiap data yang dikumpulkan oleh modul slave akan dikirimkan ke modul master dengan sistem data kosentrator. Data yang dikirimkan sesuai dengan permintaan dari modul master yang berupa request data sesuai dengan alamat slave yang diinginkan. Penerapan metode CRC juga di integrasikan dalam mengkomunikasikan 5 slave dengan 1 master. Modul master akan memarsing data ke webserver local interface dan data logger.

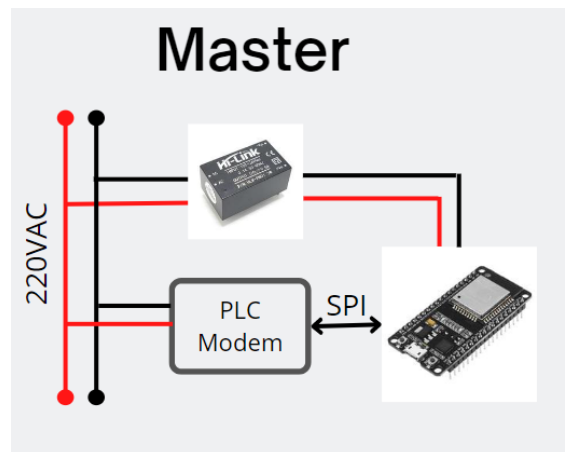
Untuk memaksimalkan hasil dari komunikasi data dengan media power line communication. Pada penelitian ini menerapkan metode CRC (Cyclic Redundancy Check) pada proses pengiriman dan penerimaan data yang dilakukan dengan media komunikasi power line communication. Dengan menggunakan metode ini penulis berharap data yang dikirim dapat diterima dengan maksimal walau terdapat eror. Proses pengambilan keputusan terhadap modul master akan sangat dipengaruhi oleh metode ini, dengan melakukan pengecekan terhadap data yang diterima oleh master. Diagram flowchart penggunaan metode CRC (Cyclic Redundancy Check) pada kwh-Meter ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Diagram CRC Pada Alat kWh-Meter

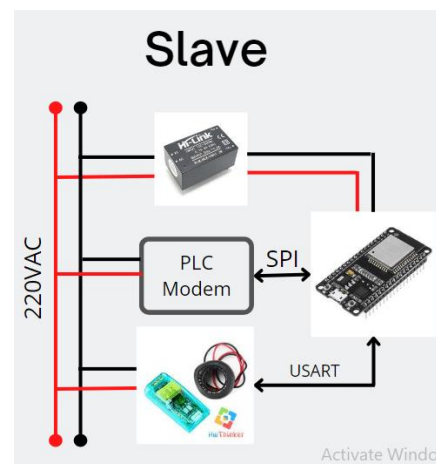
Proses handling dan error checking data yang dilakukan dengan metode CRC yaitu sistem akan mencatat data yang terdeteksi error saat proses pengiriman. Data yang dideteksi sebagai error akan tercatat dengan indikasi tertulis pada data logger. Sehingga dapat memudahkan dalam analisa data ketika ada suatu masalah yang terjadi pada sistem monitoring kwh-meter.

Pada sistem alat ini di buat menjadi dua device yang berbeda yaitu master dan slave berikut merupakan gambar diagram elektronik device master dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Elektronik Device Master

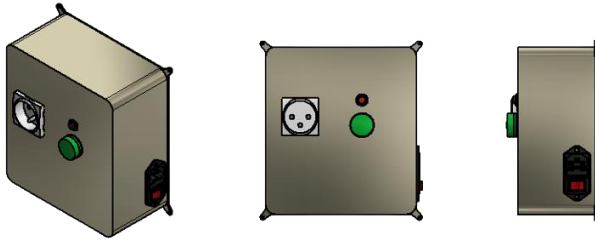
Perancangan elektronik pada device master terdiri dari power supply Hi-Link 5V, Mikrokontroler ESP32, dan modem power line carrier sebagai adapter power line communication. Diagram elektronik device slave dapat dilihat pada gambar 4.



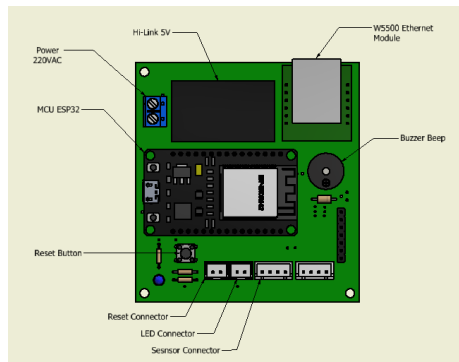
Gambar 4. Diagram Elektronik Device Slave

Perancangan sistem elektronik device slave terdiri dari power supply hilink 5V, Mikrokontroler ESP32, dan modul sensor PZEM-004T yang digunakan untuk pembacaan nilai parameter energi daya. Hasil

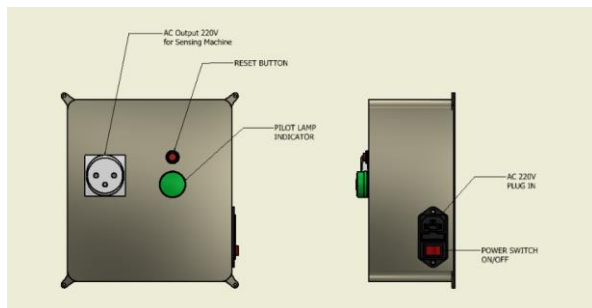
perancangan sistem hardware alat ini dapat dilihat pada gambar 5, 6, dan 7.



Gambar 5. Design Alat Keseluruhan



Gambar 6. Design 3d Perancangan Electronics



Gambar 7. Design 3d Perancangan Sistem Packaging

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

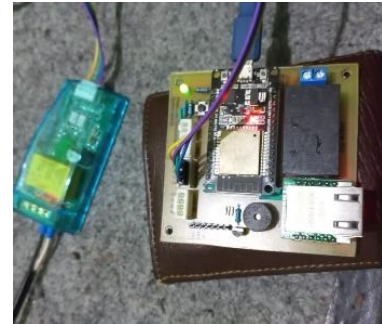
A. PENGUJIAN PEMBACAAN SENSOR PZEM-004T

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pembacaan sensor terhadap satuan tegangan (V), arus (I), dan daya (W). Sensor yang digunakan adalah PZEM-004T dengan close CT. Hasil dari pengujian dapat di lihat pada gambar 8.

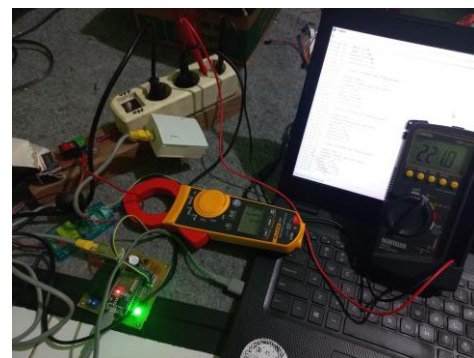
```
01:37:09.611 -> Alamat PZEM: 01
01:37:09.705 -> Berhasil membaca data dari sensor:
01:37:09.705 -> Tegangan: 222.80V
01:37:09.705 -> Arus: 0.04A
01:37:09.705 -> Daya: 0.40W
01:37:09.705 -> Energi: 4.568kWh
01:37:09.705 -> Frekuensi: 49.9Hz
01:37:09.705 -> Power Factor: 0.05
```

Gambar 8. Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

Data yang ditampilkan merupakan hasil dari program yang di unggah ke esp32 dan ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE. Pengujian dilakukan dengan menyambungkan sensor PZEM-004T ke modul slave yang telah dibuat seperti yang ditampilkan pada gambar 9, 10, dan 11.



Gambar 9. Hardware pengujian sensor menggunakan modul slave



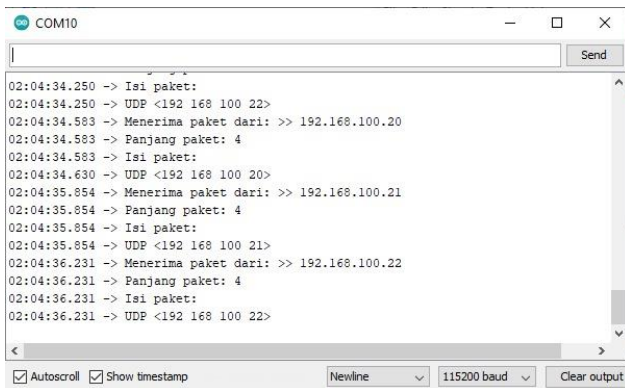
Gambar 10. Hardware pengujian sensor dengan AmpMeter dan VoltMeter



Gambar 11. Hardware Pengujian Kounikasi Sistem 3 Slave 1 Master

B. PENGUJIAN KOMUNIKASI DENGAN MEDIA PLC MENGGUNAKAN RAW DATA

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui komunikasi menggunakan media PLC dapat dilakukan dengan modem power line carrier sebagai perangkat perantara dan ESP32 sebagai mikrokontroller. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 3 slave dan 1 master. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Hasil Komunikasi 3 Slave

Uji coba dilakukan dengan menyambungkan modem power line carrier ke Esp32 Deevkit 1 dan dilakukan program komunikasi 3 slave secara. Komunikasi dapat dilakukan dengan normal menggunakan media Power Line Communication dengan mengirimkan raw data.

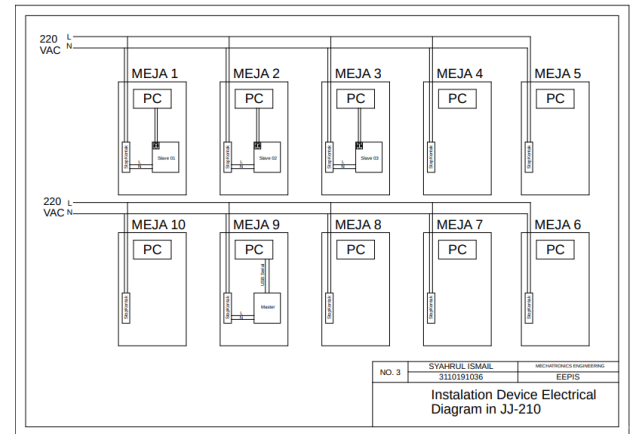
C. PENGUJIAN JARAK KOMUNIKASI DENGAN MEDIA PLC MENGGUNAKAN DATA SENSOR PZEM-004T

Hasil pengujian jarak dalam 10 kali percobaan dengan perpindahan modul master pertahap dapat dilihat pada tabel 1.

Table1. Hasil Uji Jarak Komunikasi

Tempat Instalasi	Master	Slave 1	Slave 2	Slave 3	Status
Percobaan 1	Meja 1 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 2	Meja 2 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 3	Meja 3 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 4	Meja 4 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 5	Meja 5 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 6	Meja 6 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 7	Meja 7 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 8	Meja 8 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 9	Meja 9 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 10	Meja 10 JJ-210	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 11	Ruang JJ-209	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal
Percobaan 12	Ruang JJ-208	Meja 1 JJ-210	Meja 2 JJ-210	Meja 4 JJ-210	Normal

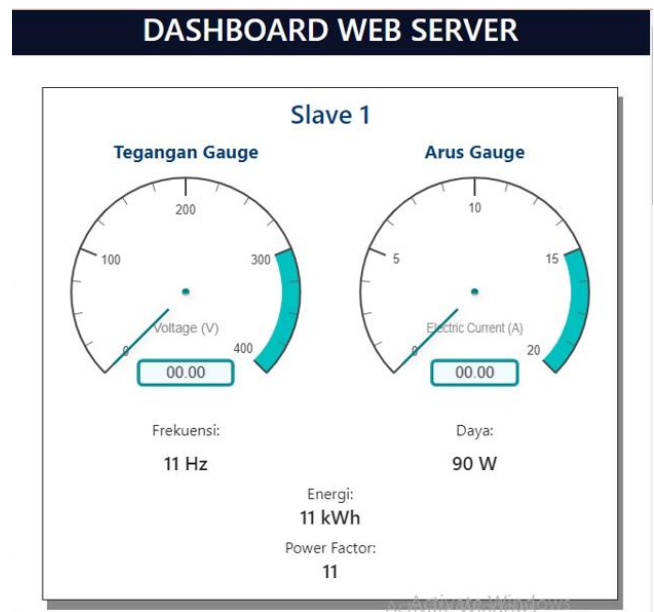
Uji coba dilakukan di gedung D3 PENS area laboratorium JJ-208 hingga JJ-210. Pengujian dilakukan dengan memindahkan odul master ke tempat yang berbeda seperti yang terdapat pada tabel 4.1 di atas. Pada uji coba ini dapat dianalisa bahwa dalam jarak 2 selisih 2 ruangan komunikasi menggunakan media Power Line Communication masih dapat dilakukan dengan normal. Berikut merupakan denah pengujian jarak alat terdapat pada gambar 3.



Gambar 13. Electrical Drawing Pengujian Jarak

D. TAMPILAN PEMBACAAN PADA LOCAL WEBSERVER

Tampilan data kWh-Meter dapat dilihat pada local webserver yang di build in pada ESP32. Tampilan dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Tampilan Local WebServer

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan metode CRC untuk koreksi error dalam pengiriman data dapat meningkatkan kevalidan data pada sistem komunikasi Modbus RTU yang dikirim menggunakan media Power Line Communication. Sistem Monitoring kWh Meter ini diterapkan di lab kontrol Mekatronika PENS dengan kemampuan 2 mode yaitu mode Online (IoT Mode) ataupun mode non IoT (tidak menggunakan akses internet dan menggunakan Power Line Communication). Jarak komunikasi maksimum dari alat ini sejauh 100M dengan setup alat sebanyak 1 Master dan 3 Slave yang terletak antar ruangan. Komunikasi data menggunakan baudrate 9600bps sebanyak 10 Bytes data per detik.

REFERENSI

- [1] Arihutomo, M. (2012). Sistem Monitoring Arus Listrik Jala-jala Menggunakan Power Line Carrier. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Nusa, T., Sompie, S., Rumbayan, M., 2015, Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler, E-journal Teknik Elektro dan Komputer, Vol.4, No.5, 19-26.
- [2] Fadilla, Nurin. (2015). Building Automation System Berbasis Mikrokontroler untuk Monitoring dan Kontrol Energi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Shidiq, M., Pengertian Internet of Things (IoT), 2018, <https://otomasi.sv.ugm.ac.id/2018/06/02/pengertian-internet-of-things-iot/>, diakses tanggal 18 Juli 2021.
- [3] G. Lukitasari, A. Haryadi, and R. H. Y. Perdana. (2018). "Implementasi Powerline Communication Untuk Monitoring Penggunaan Arus Di Politeknik Negeri Malang," Implementasi Power Line Commun. UNTUK Monit. Pengguna. ARUS DI Politek. Negeri Malang, vol. VII, no. 2, pp. 74–78. Subito, Mery dan Rizal, 2012, Alat Pengukur Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor Optocoupler dan Mikrokontroler AT89S52, Jurnal Ilmiah Foristek, Vol.2, No.2, 184-189.
- [4] Heri, Harianto, Sarif, Hidayat. (2012). Perancangan HMI (Human Machine Interface) untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. Banten: Universitas Sultang Ageng Tirtayasa.
- [5] Iwan, Sofana. (2008). Membangun Jaringan Komputer. Bandung : BI-Obses.
- [6] Peterson, W.W. and Brown, D.T., "Cyclic Code For Error Detection", in Proceedings of the IRE, January 1961.