

PROTOTYPE KWH METER DIGITAL PRABAYAR OTOMATIS MENGUNAKAN WIRELESS BERBASIS IoT

Moch Nur Huda, Rifdian, Hartono

Politeknik Penerbangan Surabaya
Email: mochnurhuda@gmail.com

Abstrak

Untuk mengetahui besaran energi listrik yang digunakan dibutuhkan sebuah alat yang disebut KWH Meter. KWH Meter yang saat ini digunakan oleh *tenant* di Bandar Udara Tjilik Riwut Palangkaraya adalah KWH meter pascabayar. Hal ini menyebabkan ketidak efisiensi untuk teknisi listrik dan merugikan pemilik tenant itu sendiri. Pada tugas akhir ini telah dibuat sebuah rancangan *prototype* menjadi salah satu solusi agar dapat lebih efisien dalam penggunaan KWH Meter. Tujuan pembuatan *Prototype* ini, sebagai sistem kontrol dan monitoring dari sistem semula pascabayar berubah menjadi sistem digital secara otomatis menggunakan jaringan internet. Metode pada alat yang telah dibuat menggunakan sistem pulsa/token listrik. *Prototype* akan dirancang secara manual tanpa jaringan internet dan secara *remote* atau jarak jauh berbasis *Internet of things*. Pada saat *mode remote*, kontrol dan monitoring alat ini perlu adanya akses melalui *browser* dengan memasukkan *link website* yang ditentukan, selain itu juga dilengkapi sistem keamanan berupa *input ID* dan *Password*. Untuk sistem pemeriksaan informasi tegangan, arus, daya dan sisa pulsa/token listrik dapat dimonitoring melalui *website* dan riwayat informasi tersebut dapat diunduh melalui fitur yang tersedia pada *website*. Hasil uji *prototype* KWH meter yang dibuat menunjukkan sistem mampu mengukur daya listrik dengan akurasi yang tepat. KWH meter mampu berkomunikasi dengan webserver menggunakan jaringan IoT dengan proteksi username dan password. Dashboard IoT menampilkan grafik trending dari daya, tegangan dan arus listrik yang dipakai selama kurun waktu tertentu.

Kata kunci : *Internet Of Things*, KWH Meter Digital, *Prototype*

Abstract

To find out the amount of electrical energy used, a device called a KWH Meter is needed. The KWH meter currently used by tenants at Tjilik Riwut Palangkaraya Airport is postpaid KWH meter. This causes inefficiency for electricians and harms the tenant owners themselves. In this final project, a prototype design has been made to be a solution to be more efficient in using KWH Meter. The purpose of making this prototype is as a control and monitoring system from the original postpaid system to a digital system automatically using the internet network. The method on the tool that has been made uses the pulse / electricity token system. Prototypes will be designed manually without an internet network and remotely based on the Internet of things. During remote mode, the control and monitoring of this tool requires access via a browser by entering the specified website link, besides that it is also equipped with a security system in the form of ID and Password input. The information checking system for voltage, current, power and remaining pulses / electricity tokens can be monitored through the website and this information history can be downloaded through the features available on the website. The results of the KWH meter prototype test showed that the system was able to measure electrical power with precise accuracy. KWH meter is able to communicate with webserver using IoT network with username and password protection. The IoT dashboard displays trending charts of the power, voltage and electric current used over a certain period of time.

Keywords: *Internet of things, KWH Meter Digital, prototype*

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama yang sangat penting dalam kehidupan manusia, dimana hampir semua aktivitas manusia saat ini tidak lepas dari peralatan elektronik. Peralatan elektronik ini sangat membantu mempermudah / meringankan pekerjaan manusia, tetapi peralatan elektronik ini membutuhkan energi listrik sebagai suplai energinya agar dapat digunakan. Seiring dengan perkembangan teknologi dan tingkat populasi penduduk di Indonesia yang semakin tinggi, permintaan akan energi listrik juga meningkat. Oleh karena itu, salah satu upaya yang dilakukan oleh pemerintah agar dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat yaitu dengan cara menciptakan berbagai macam pembangkit listrik guna menambah pasokan listrik yang telah ada.

Di Indonesia, pihak yang berwenang untuk menyediakan energi listrik adalah Perusahaan Listrik Negara (PLN). Energi listrik kemudian disalurkan melalui Jaringan Tegangan Rendah untuk selanjutnya disalurkan ke rumah-rumah pelanggan (konsumen) melalui Sambungan Rumah. Setelah energi listrik melalui Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah, maka energi listrik selanjutnya melalui alat pembatas daya dan KWH Meter. Untuk mengetahui besaran energi listrik yang digunakan dibutuhkan sebuah alat yang disebut KWH Meter yang dipasang pada setiap pelanggan listrik

Saat ini di Indonesia tengah diimplementasikan listrik Prabayar selain listrik pasca bayar yang sudah ada sebelumnya. Layanan ini mempunyai keunggulan dibanding teknologi terdahulu, karena pelanggan dapat mengontrol biaya pengeluaran dari kebutuhan listrik, seperti mengisi pulsa melalui ponselnya. KWh listrik juga dapat dipantau,

sehingga kebutuhan listrik dapat dirancang sesuai anggaran. Pencatatan KWh membuat listrik Prabayar menjadi semakin diminati karena pencatatannya dianggap lebih akurat daripada listrik pasca bayar. Pembelian pulsa kWh juga dapat dibeli di mana saja, sehingga sistem ini juga dinilai lebih praktis dan memudahkan pengguna. Namun, kenyataannya pencatatan kWh listrik tidak dapat dikontrol secara real-time, sering kali terjadi pemakaian yang over budget. Sehingga pelanggan harus membeli pulsa kWh lagi dikarenakan listrik adalah kebutuhan yang sangat penting sekali untuk mendukung segala kegiatan.

KWH Meter apabila dilihat dari cara kerjanya dibedakan menjadi KWH Meter Analog dan KWH Meter Digital. KWH Meter Analog adalah alat penghitung pemakaian energi listrik yang bekerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Pengukur Watt atau Kwatt, yang pada umumnya disebut Watt-meter/Kwatt meter disusun sedemikian rupa, sehingga piringan aluminium dapat berputar dengan bebasnya, dengan jalan demikian tenaga listrik dapat diukur, baik dalam satuan WH (WattHour) maupun dalam KWH (KiloWatt Hour). Sedangkan KWH Meter Digital merupakan alat ukur yang memiliki fungsi utama sama seperti KWH meter Analog yakni mengukur jumlah pemakaian energi atau jumlah pemakaian daya dalam satuan waktu. Jika pada KWH Meter Analog bekerja berdasarkan induksi, KWH Meter Digital bekerja berdasarkan program yang dirancang pada mikrokontroler yang terdapat didalam piranti KWH Meter Digital tersebut. Suatu program sudah ditanamkan ke mikrokontroler untuk mengolah tegangan dan arus yang masuk menjadi suatu besaran. Besaran yang dimaksud adalah daya aktif dan energi. Sehingga dengan

KWH Meter Digital dapat dibaca jumlah pemakaian energi yang terpakai.

Di Bandar Udara Tjilik Riwut sendiri menggunakan metode pembayaran KWH Analog untuk setiap tenant yang ada di Bandar Udara tersebut. Setiap tenant memiliki fasilitas perangkat elektronik yang memakai energi listrik, para teknisi listrik mendata dan menghitung daya yang digunakan perangkat elektronik pada setiap tenant. Setiap bulannya pemilik tenant menyetorkan biaya listrik kepada manajemen keuangan PT.Angkasa Pura II sesuai pemakaian daya yang digunakan. Untuk masa yang akan datang, metode pembayaran analog akan digantikan dengan metode pembayaran KWH Meter Digital.

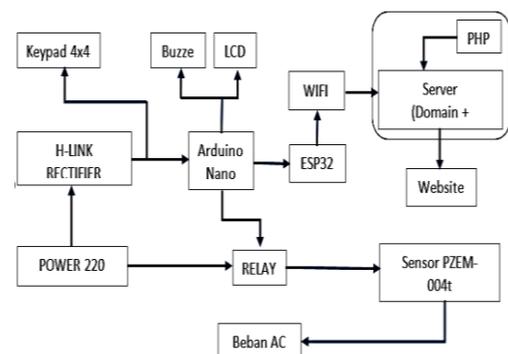
Metode pembayaran pada KWH Analog adalah dengan sistem pascabayar yaitu pelanggan membayar tagihan energi listrik dari PLN setelah pelanggan melakukan pemakaian energi listrik selama satu bulan. Sedangkan metode pembayaran pada KWH Meter Digital adalah dengan sistem Prabayar, yaitu pelanggan terlebih dahulu membeli *stroom /voucher* pulsa token listrik yang terdiri dari 20 digit nomor yang bisa diperoleh melalui gerai ATM sejumlah bank atau melalui loket-loket pembayaran tagihan listrik online. Selanjutnya, 20 digit nomor token tadi di- *input*/dimasukkan ke dalam KWH Meter tersebut dengan bantuan *keypad* yang sudah tersedia pada KWH Meter. Dengan sistem ini, konsumen diharapkan dapat mengontrol biaya listrik yang digunakan.

Akan tetapi sistem tersebut dirasa kurang maksimal karena disaat energi listrik yang tersimpan di KWH Meter Digital prabayar sudah hampir habis maka KWH Meter akan memberikan sinyal awal agar segera dilakukan pengisian ulang. Apabila pengguna atau pelanggan berada diluar kota, maka secara tidak langsung pengguna tidak dapat

mengetahui informasi bahwa pulsa pada KWH Meter hampir habis dan untuk pemantauan pulsa pada KWH Meter juga tidak bisa dilakukan oleh pelanggan. Sedangkan, untuk pengisian pulsanya pelanggan tidak bisa memasukkan *voucher* pulsa token yang mengharuskan pengguna menekan tombol secara manual pada *keypad* KWH Meter dikarenakan posisi pelanggan tidak di rumah. Ini yang mengakibatkan pelanggan sering mengeluh. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat tambahan untuk membantu mempermudah pelanggan dalam proses pengisian, pemantauan, dan pemberitahuan pulsa. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis berusaha merancang Tugas Akhir dengan Judul “**PROTOTYPE KWH METER DIGITAL PRABAYAR OTOMATIS**”

METODE

Konsep dasar KWH Meter Digital yaitu mengontrol energi listrik sebelum didistribusikan ke beban AC menggunakan sistem pulsa token listrik, sehingga secara otomatis energi listrik terputus jika pulsa token listrik habis. Dalam blok diagram dapat dibaca bahwa pada kondisi yang diinginkan untuk mencoba merancang suatu sistem pengontrol dan monitoring pada KWH Meter prabayar berbasis *Internet of Things* memudahkan pengguna dalam melakukan kontrol untuk pengisian pulsa pada *protoype* KWH Meter Digital prabayar dari jarak jauh.



Gambar 1 Rangkaian *Prototype*

Pada rangkaian *prototype* KWH Meter Digital, setiap komponen memerlukan *power* penyearah tegangan VAC yang merubah menjadi VDC dengan menggunakan *power supply*. Arduino Nano merupakan otak pusat kendali yang memberi perintah atau mengontrol setiap komponen pada rangkaian tersebut. Arduino Nano mengontrol distribusi energi listrik dengan mengontrol kontak relay. Relay akan diberi perintah NC (*normally close*) jika pulsa token listrik masih tersedia, sehingga energi listrik dapat mengalir menuju beban AC. Sebelum menuju beban AC, terpasang komponen PZEM-004t yang berfungsi menerima data tegangan, arus, dan daya kemudian dikirimkan ke Arduino Nano. Relay akan diberi perintah NO (*normally open*) jika pulsa token listrik telah habis, kemudian Arduino Nano mengontrol Buzzer sebagai sinyal bahwa pulsa token listrik telah habis. Semua data yang tersimpan pada Arduino Nano, disimpan pada *web cloud* dan ditampilkan pada *website*. Penyimpanan data pada *web cloud* perlu perantara dengan menggunakan komponen ESP32 yang sudah terkoneksi dengan jaringan internet, tanpa adanya internet data dari Arduino tidak dapat tersimpan pada *web cloud*.

Cara Kerja Alat

Dari blok diagram dapat diketahui bahwa perancangan *prototype* KWH Meter Digital berbasis *Internet of Things* yang dapat dipantau melalui *browser* yang tersedia pada *smartphone* ataupun PC. Dalam sistem kontrol monitoring dimulai dari suplai energi listrik PLN yang akan melewati *prototype* KWH Meter Digital, serta menjadi *power* untuk setiap komponen yang ada pada rangkaian alat tersebut.

Power supply tersebut berfungsi untuk merubah tegangan AC menjadi DC karena *power* yang digunakan pada setiap komponen menggunakan tegangan DC. Setelah setiap komponen mendapat suplai tegangan DC, Arduino Nano telah siap memberikan perintah maupun menerima data dari komponen yang telah ditentukan. Arduino Nano terlebih dahulu mengatur dan mengidentifikasi jaringan WIFI yaitu dengan cara memprogram ID dan Password WIFI yang sudah ditentukan.

Sensor PZEM-004t terlebih dahulu disinkronkan dengan Input Arduino Nano. Setelah Sensor PZEM-004t terbaca oleh Arduino Nano, Sensor akan bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu membaca tegangan, arus dan juga daya. Arduino Nano akan menerima data dari sensor PZEM-004t dan melakukan perhitungan tegangan, arus dan juga daya. Arduino Nano juga menerima total daya energi listrik yang telah digunakan oleh beban AC. Arduino Nano akan melakukan kalkulasi sisa daya energi listrik dengan perhitungan saldo atau pulsa token listrik dikurangi total daya. Sebelumnya pulsa token energi listrik akan dikonversikan dari nominal rupiah menjadi daya. Jika pulsa token listrik telah habis, Arduino Nano akan mengontrol *Relay* dari NC (*Normally Close*) menjadi NO (*Normally Open*) sehingga Relay akan terputus dan pendistribusian energi listrik ke Beban AC dihentikan. Arduino Nano juga mengontrol buzzer dan LED sebagai tanda bahwa pulsa token listrik telah habis. Sebaliknya jika pulsa token listrik masih tersedia, Arduino Nano akan mengontrol *Relay* menjadi NC (*Normally Close*) sehingga energi listrik dari sumber PLN dapat didistribusikan pada beban AC. Rangkaian *prototype* KWH Meter Digital dilengkapi dengan fitur manual, sehingga tanpa jaringan koneksi internet, alat tersebut masih dapat melakukan pengisian pulsa token listrik.

PROSIDING

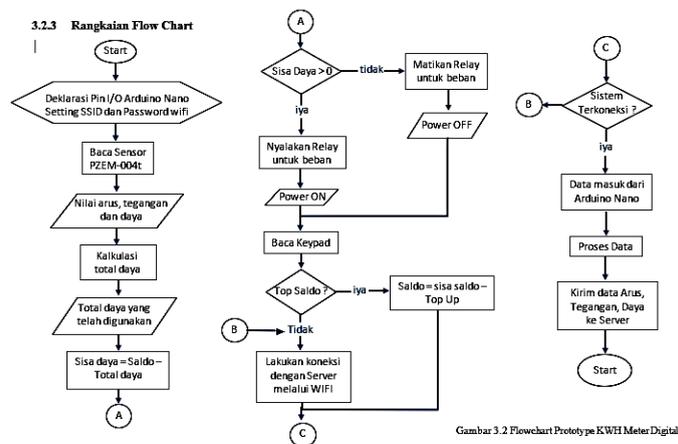
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020
ISSN: 2548-8112

Penambahan perangkat keypad pada *prototype* KWH Meter Digital memudahkan pengguna sehingga dapat melakukan pengisian pulsa token listrik secara manual.

Pengguna dapat mengetahui pulsa token listrik melalui perangkat LCD yang telah terpasang pada rangkaian *prototype* KWH Meter Digital, ataupun dapat memonitoring pulsa token listrik melalui *link website* yang telah ditentukan. Jika sisa pulsa token listrik akan habis, pengguna dapat melakukan top up secara manual melalui keypad atau menggunakan koneksi internet melalui *browser* yang tersedia pada perangkat *smartphone* ataupun PC.

Sebelumnya jika ingin memonitoring *prototype* KWH Meter Digital melalui *website*, terlebih dahulu perlu menghubungkan perangkat tersebut dengan jaringan WIFI yang sudah tersedia disekitar. *Prototype* KWH Meter Digital memerlukan suatu perangkat penghubung agar dapat terkoneksi dengan jaringan WIFI, pada rangkaian yang akan saya buat, akan ditambahkan perangkat ESP32 sebagai penghubung antara *prototype* KWH Meter Digital dengan jaringan WIFI. Jika sistem belum terkoneksi, perlu diperhatikan apakah alat tersebut sudah tersambung dengan WIFI, lakukan pengecekan pada perangkat WIFI apakah perangkat tersebut memiliki jaringan internet dan juga pastikan ID dan Password WIFI sudah benar. Ketika *prototype* KWH Meter Digital terkoneksi dengan jaringan internet, secara otomatis data yang dimiliki Arduino Nano berupa tegangan, arus dan daya akan masuk pada *server*. Pengolahan data akan diproses dari *server* kemudian ditampilkan pada *website* yang sudah ditentukan. Pengguna diharuskan memiliki browser pada perangkat *smartphone* ataupun PC untuk dapat memonitoring *prototype* KWH Meter Digital menggunakan jaringan internet

melalui *website*. Sistem diatas dapat diulang kembali sesuai alur flowchart.



Gambar 3.2 Flowchart Prototype KWH Meter Digital

Gambar 2 Rangkaian Flowchart

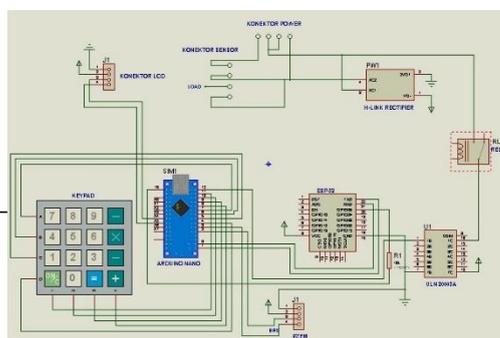
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, dipaparkan hasil pengujian yang telah dilakukan beserta pembahasannya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan atau belum.

Pengujian sistem dilakukan dengan menjalankan semua rangkaian dengan hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 1 Pengukuran Arus dan Tegangan Beban Dispenser 420 Watt Menggunakan Clamp Meter

No.	Durasi Pengujian	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Wh)
1.	5 Menit	223	0,2	35,6
2.	10 Menit	223	0,4	71,36
3.	15 Menit	220	0,6	105,6
4.	20 Menit	223	0,8	142,7
5.	25 Menit	221	1	176,8



Gambar 3 Proses Pengukuran Arus

Tabel 2 Perbandingan Kalkulasi dengan Beban Dispenser 420 Watt

No.	Durasi Pengujian	Pengukuran Daya Sensor (Wh)	Pengukuran Daya Clamp Meter (Wh)	Eror
1.	5 Menit	35,6	35,6	0
2.	10 Menit	70,64	71,36	1%
3.	15 Menit	105,49	105,6	1%
4.	20 Menit	142,7	142,7	0
5.	25 Menit	176,59	176,8	1%

Tabel 3 Pengukuran Arus dan Tegangan Beban Setrika 410 Watt Menggunakan Clamp Meter

Tabel 4 Perbandingan Kalkulasi dengan Beban Setrika 410 watt

Data yang didapat menunjukkan bahwa sensor tegangan dan arus bekerja dengan baik meskipun ada selisih antara pengukuran menggunakan avometer dan melalui *interface* alat. Dari pengujian menggunakan avometer tegangan *inverter* terdapat selisih *losses* seperti pada tabel diatas untuk tegangan *output* yang dapat disebabkan dari tahanan kabel.

No.	Durasi Pengujian	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Wh)	Eror
1.	3 Menit	220	0,12	22,33	2%
2.	7 Menit	214	0,31	54,3	1%
3.	11 Menit	210	0,48	81,2	1%
4.	15 Menit	215	0,66	113,91	0
5.	19 Menit	214	0,72	123,36	0

Gambar 4 Tampilan Website KWH Meter

PENUTUP

Kesimpulan

Dari implementasi serta hasil pengujian dan pengukuran terhadap system tersebut yang dibuat untuk tugas akhir ini yaitu tentang rancangan *prototype* KWH Meter Digital Berbasis IoT yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Pada penelitian dan pengembangan sistem sebelumnya, masih berbentuk *prototype* sehingga perlu pengembangan lebih lanjut

No.	Durasi Pengujian	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Wh)
1.	3 Menit	220	0,12	22,33
2.	7 Menit	214	0,31	54,3
3.	11 Menit	210	0,48	81,2
4.	15 Menit	215	0,66	113,91
5.	19 Menit	214	0,72	123,36

pada penelitian selanjutnya.

2. *Prototype* KWH Meter Digital Berbasis IoT dapat berjalan dengan baik, namun masih terdapat pengukuran pada Sensor PZEM-004t dan perhitungan *watt hour* pada sistem Arduino Nano tidak sesuai dengan perhitungan secara teori, masih terdapat sedikit selisih nilai pengukuran.
3. Rancangan *prototype* KWH Meter Digital dapat dikontrol secara langsung pada alat tersebut dengan bantuan perangkat LCD yang menampilkan pulsa/token listrik

tersedia, daya yang sedang terpakai, serta pengisian pulsa/token listrik secara manual menggunakan keypad. *Prototype* KWH Meter Digital juga dapat dikontrol dan monitoring melalui website selama tersedia jaringan internet melalui *browser* yang tersedia pada *smartphone* ataupun PC.

Dengan adanya alat ini, dapat membantu serta meringankan teknisi dalam memonitoring secara efisien, sehingga lebih terfokus pada kegiatan lain yang bersifat lebih *urgent* atau darurat. Kemudahan ini juga dirasakan oleh pengguna dalam mengontrol serta monitoring pemakaian *prototype* KWH Meter Digital.

Saran

Berdasarkan kesulitan yang dihadapi pada saat proses perencanaan, pembuatan, analisa serta pengujian ini maka agar dalam pengembangannya ke depan lebih baik, maka dapat disampaikan saran-saran ataupun rekomendasi sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan nilai lebih akurat pada pembacaan tegangan dan arus perlu dilakukan penyempurnaan dalam pengujian menggunakan *Multimeter* atau *Clamp Meter*.
2. Pada pengujian selanjutnya, diharapkan dapat mengembangkan sistem KWH Meter Digital asli, bukan berupa rancangan *prototype*.
3. Perlu dikembangkan kembali pada sistem rancangan dengan menambahkan fitur aplikasi Android, sehingga sistem bisa lebih berkembang dan memudahkan pengguna *smartphone* tanpa mengakses *browser* dengan memasukkan link yang ditentukan.
4. Penambahan fitur *sms gateway*, untuk mengantisipasi jika perangkat *smartphone* kehilangan jaringan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alipudin, A. M. (2017). PZEM-004t. *Rancangan Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai*.
- [2] Andrianto, H. (2005). Mikrokontroler. *Pemrograman Mikrokontroler*, 40-41.
- [3] Debora, P. (2019). Catu Daya. *Prinsip Kerja DC Power Supply*.
- [4] Dinata, I. (2020). Energi Listrik. *Jurnal Teknik Elektro*.
- [5] Fakultas Teknologi Industri. (2012). ERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM KONTROL. *Prototype*.
- [6] Junaidi, A. (2015). Internet of Things. *IoT, Sejarah, Teknologi dan Penerapan*.
- [7] Kadir, A. (2013). Liquid Cristal Display. *Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*.
- [8] Khairina, D. M. (2015). Internet. *Rancang Bangun Website Jurnal Ilmiah*
- [9] Kho, D. (2017). Buzzer. *Piezoelectric Buzzer dan Cara Kerjanya*.
- [10] Khumaidi, A. (2019). Arduino. *Mikrokontroler Arduino*.
- [11] Mulyono, J. A. (2015). *SEJARAH SINGKAT PERKEMBANGAN IOT*. Retrieved 2020, from <https://sis.binus.ac.id/2019/11/12/sejarah-singkat-perkembangan-iot/>
- [12] Pamungkas, Z. (2018). IC ULN 2003. *Optimalisasi Penempatan Lbs Sectionalizer Pada Topologi Jaringan Cluster Berbasis Arduino*.
- [13] PLN, W. (2014). *KWH Meter*. Retrieved from www.pln.co.id
- [14] Saputra, T. T. (2018). Node MCU ESP32. *Mengenal Node MCU ESP32*.
- [15] Situmorang, E. D. (2017). Keypad 4x4. *Rancangan Alat Buka Tutup Pintu Pagar*.

- [16] Supriyanto, A. (2020). *Wireless. Analisis Kelemahan Keamanan pada Jaringan Wireless.*
- [17] Susilo, A. D. (2015). *Spesifikasi Relay. Spesifikasi Produk Relay di PT. Schneider Electric.*
- [18] Tiner, J. H. (2005). *Sejarah Relay. Pakar Eksperimen Sains Terbesar Amerika.*
- [19] Universitas Bangka Belitung. (2020). *Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database. Jurnal Teknik Elektro, 1-2.*
- [20] Wicaksono, M. F. (2018). *Keypad. Antarmuka Keypad 4x4.*