



Monitoring dan Kendali Tegangan Jaringan Listrik Fase-tiga melalui *Smartphone*

Arief Goeritno¹, Febby Hendryan²¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor²CV Pendawa Inti Data, Jalan Jupiter S3/39A, Griya Bogor Raya, Katulampa, Bogor Timur, Kota Bogor 16144¹arief.goeritno@uika-bogor.ac.id, ²febbyhendryan@yahoo.com**Abstract**

This paper describes the creation of a minimum system for monitoring and controlling the voltage on a three-phase electrical network. Making a minimum system based on the result of previous research that has been implemented in the forms of device assembly, programming, and performance measurement. The research objectives are (i) assembling the hardware and programming based on Arduino software version 1.8.10 and (ii) measuring the minimum system performance. The research method for achieving the objective of assembling a minimum system is carried out through integrated wiring as an effort to get the hardware achievement, while for programming is an effort to get the software achievement. The implementation of the research method for measuring the performance as an effort to get the achievements of hardware and software is carried out by giving the orders to activate the paths of each phase. The result of the assembly is the integration of the Arduino UNO R3 module, Ethernet Shield type of W5100, MikroTik RouterBoard, relay modules, and Android smartphone, while the results of the programming are compiling and uploading the syntax to the Arduino module and making applications in the .apk format for a smartphone. Performance measurements are carried out by activating conditions for the three phases of phase-R, phase-S, and/or phase-T. The conclusion can be obtained, that the manufacture of a minimum system is appropriate for the fulfillment with respect to the presence of an electronic device for monitoring and controlling the voltage on a three-phase electrical network.

Keywords: electric voltage, a three-phase network, Ethernet shield, Arduino microcontroller, Android smartphone.

Abstrak

Makalah ini merupakan penjabaran terkait pembuatan sistem minimum (*minimum system*) untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada jaringan fase-tiga. Pembuatan sistem minimum didasarkan kepada hasil penelitian sebelumnya yang telah diimplementasikan dalam bentuk perakitan perangkat, pemrograman, dan pengukuran kinerja. Sasaran penelitian ini, yaitu (i) merakit dan memrogram perangkat keras berbantuan Arduino *software* versi 1.8.10 dan (ii) mengukur kinerja sistem minimum. Metode penelitian untuk pencapaian sasaran terhadap perakitan sebuah sistem minimum dilakukan melalui pengawatan terintegrasi sebagai upaya untuk ketercapaian secara perangkat keras, sedangkan pembuatan program merupakan upaya untuk ketercapaian secara perangkat lunak. Pelaksanaan metode penelitian untuk pengukuran kinerja sebagai upaya bentuk ketercapaian secara perangkat keras dan lunak, dilakukan melalui pemberian perintah untuk pengaktifan ketiga jalur fase. Hasil perakitan berupa pengintegrasian dari modul Arduino UNO R3, *Ethernet Shield* tipe W5100, MikroTik *RouterBoard*, modul relai, dan *smartphone* Android. Hasil pemrograman berupa *compiling* dan *uploading* sintaks ke modul Arduino dan pembuatan aplikasi format .apk untuk *smartphone*. Pengukuran kinerja dilakukan melalui pengaktifan kondisi untuk tiga-fase pada fase-R, fase-S, dan/atau fase-T. Berdasarkan hasil-hasil penelitian dapat disimpulkan, bahwa sistem minimum terpabrikasi telah sesuai untuk pemenuhan terkait dengan keberadaan perangkat elektronika yang digunakan untuk pemantauan dan pengendalian tegangan jaringan listrik fase-tiga.

Kata kunci: tegangan listrik, jaringan fase-tiga, *Ethernet shield*, mikrokontroler Arduino, *smartphone* Android.

1. Pendahuluan

Penelitian ini merupakan sebuah pilihan lain terhadap pemanfaatan jalur *Internet* melalui sebuah *router*, sehingga dapat dikatakan sebagai sebuah *second opinion* terhadap jalur komunikasi. Penelitian

sebelumnya telah terimplementasikan dengan bantuan jaringan *Internet* melalui *internal Wi-Fi* [1]. Keberadaan sebuah kombinasi *smartphone* Android dan jaringan *wireless* berbasis protokol *Internet* dewasa ini telah menjadi keniscayaan [2,3]. Saat ini, keberadaan *smartphone* Android telah menjadi

powerful yang diperkuat dengan *microprocessor* (pemroses mikro) terkini [3]. Pengembangan teknologi dan perbaikan terus-menerus merupakan upaya untuk pemenuhan standar kehidupan masyarakat, kebutuhan otomasi, dan sistem kontrol rumah tinggal cerdas dan praktis [4]. Salah satu unit kendali yang menjadi bagian dari pengontrolan pada rumah tinggal pintar, yaitu pemantauan jaringan listrik melalui kondisi *miniature circuit breaker (MCBs)* berbantuan sejumlah komponen elektronika yang terkontrol melalui mikrokontroler [5,6] atau komputer personal [7]. Pembuatan sistem pengontrol sebagaimana penelitian-penelitian sebelumnya, dapat dilakukan melalui pabrikasi untuk keterbentukan sebuah modul elektronika [8-11] berbasis *chip* mikrokontroler ATmega328 [12] atau melalui pemanfaatan modul Arduino [13] untuk sejumlah sistem pengontrol [14-18]. Keberadaan modul pengontrol untuk pengoperasian analogi lampu pijar berbasis mekanisme kendali secara *remote* melalui jaringan *Internet* [19,20,1,21,22], merupakan upaya untuk penyelesaian alternatif pada penelitian ini.

Berpedoman kepada penjabaran latar belakang tersebut, sejumlah hasil penelitian sebelumnya untuk *review* terhadap keberadaan “state of the art” terkait dengan penelitian ini, yaitu keberadaan *minimum system* melalui keberhasilan jabat-tangan (*handshaking*) secara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang berbentuk fisis rangkaian elektronika terintegrasi untuk pengendalian secara *remote* [19,20,1,21,22]. Keberhasilan *handshaking* secara *hardware* dilakukan melalui pengintegrasian sejumlah perangkat elektronika [19-22,1], sedangkan secara *software* dilakukan melalui (i) penyusunan struktur program berbasis Arduino *IDE* [23] dan aplikasi *monitoring* berbasis *App Inventor* pada komputer personal, (ii) pemasangan aplikasi *monitoring* pada *smartphone* Android [17,19,20,1] dengan sistem pengoperasian (*Operating System, OS*) *mobile* [24], dan (iii) pembuatan aplikasi untuk ditanamkan pada *board* Arduino UNO R3 dan *smartphone* Android melalui jaringan *Internet* [2,25]. Sejumlah hal itu digunakan keperluan pengendalian *solenoid* penggerak kunci [26], untuk pemantauan dan pengendalian beban listrik pada analogi instalasi listrik fase-tiga [19,20,1].

Keberadaan komunikasi antara *board* Arduino dan telepon pintar (*smartphone*) dewasa ini sudah sangat mudah dan dapat dilakukan dengan banyak cara, salah satu cara praktis melalui penggunaan kabel *USB* dan aplikasi Android atau Android *USB Host Application Programming Interface (API)* [27], agar *smartphone* Android dapat saling bertukar data atau berkomunikasi dengan mikrokontroler [28]. Cara konvensional untuk penggunaan *tablet* atau *smartphone* Android, adalah sebagai perifer *USB* yang terhubung ke *host USB* (misalnya *PC*) dan penyinkronan data dan *file* media. Perangkat berbasis Android juga dapat berperilaku sebagai *host USB* sejak level *API* 12 (Android versi

3.1). Penggunaan terhadap fitur tersebut, maka dapat dilakukan keterhubungan dengan *mouse USB*, *keyboard*, atau *memory stick* dengan *smartphone* Android [28]. Pemasangan secara fisis pada perangkat perifer, diperlukan kabel adaptor khusus yang disebut *USB On The Go (USB OTG)* [29,30]. Bentuk fisis paling umum, tercakup konektor *USB* tipe-A bentuk *female* di salah satu ujung tempat perangkat perifer tersambung dan konektor *USB* tipe *micro* bentuk *male* di ujung lain terhubung ke perangkat Android [27,28].

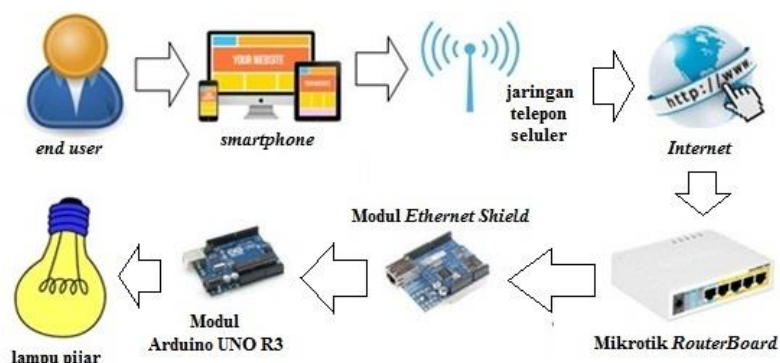
Arduino *Ethernet shield* [31], adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328 [12] dengan 14 *pin* masukan/keluaran (*input/output*) digital, 6 masukan analog diberi label A0-A5, osilator kristal 16 MHz., konektor RJ45, kabel koneksi ke catu daya, *header In-Circuit Serial Programming (ICSP)*, dan tombol *reset* [13,23]. Keberadaan *Internet Protocol (IP)* telah secara aktual sebagai pembawa data, namun *IP* ini telah serahkan penyampaian data tersebut kepada protokol lebih tinggi [32,2], yaitu *Transmission Control Protocol (TCP)* yang merupakan sebuah protokol standar sebagai pengatur segala pertukaran data. Keberadaan *TCP* merupakan upaya, agar setiap perangkat komputer dengan alamat *IP (IP address)* yang dapat diketahui dan dikenali, sehingga *IP* ini dengan dua cakupan berupa *source* dan *destination* untuk *Internet Protocol Address* [31,2].

Secara khusus *review* terhadap penelitian sebelumnya [5,6,1], bahwa implementasi uji verifikasi berupa simulasi terhadap rangkaian terintegrasi berbantuan mikrokontroler (modul Arduino UNO R3) untuk pemantauan kondisi *MCB* [5,6] dilakukan dengan bantuan aplikasi *Proteus* [33]. Pengukuran kinerja sistem minimum berbasis modul Arduino UNO R3, dan *Wi-Fi*, dilakukan dengan pemanfaatan jaringan *Wi-Fi* melalui *Wi-Fi Router*, diperoleh hasil sesuai perancangan [1] untuk pemantauan dan pengendalian terhadap beban listrik (dipilih lampu pijar) pada analogi instalasi listrik fase-tiga. Perolehan bentuk fisis sistem pemantauan dan pengendalian terhadap lampu pijar pada analogi instalasi listrik fase-tiga, dilakukan melalui *handshaking* secara perangkat keras dan lunak [1]. Integrasi sistem secara *hardware*, berupa integrasi sejumlah peranti elektronika, sedangkan integrasi sistem secara *software* berupa empat tahapan, yaitu (i) pemasangan Arduino *IDE*, penyusunan struktur program, dan proses *compiling* dan *uploading*, (ii) pemasangan dan pembuatan aplikasi pada komputer personal, dan (iii) pemasangan aplikasi dengan format *apk* pada *smartphone* Android. Mikrokontroler Arduino UNO R3 dan *smartphone* Android sebagai pusat kendali sistem pemantauan dan pengendalian untuk beban listrik berupa lampu pijar pada analogi instalasi listrik fase-tiga.

Berdasarkan sejumlah “state of the art” penelitian terkait, maka dilaksanakan sebuah penelitian melalui

pembuatan unit kendali yang dapat diintegrasikan ke salah satu *smart home system platform* untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada jaringan fase-tiga. Unit kendali berupa perangkat elektronika terintegrasi berbasis modul Arduino UNO

R3 dan *Ethernet shield* berbantuan Mikrotik *RouterBoard*. Diagram skematis sistem minimum untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada analogi jaringan fase-tiga, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram skematis sistem minimum untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada analogi jaringan fase-tiga

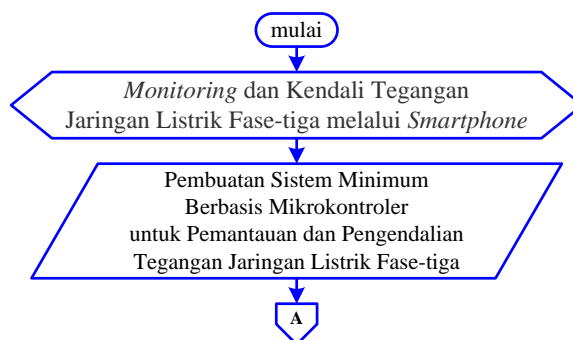
Berdasarkan Gambar 1 ditunjukkan, bahwa untuk keperluan pembuatan sistem pengendalian melalui jaringan *Internet* berbantuan *board* Arduino UNO R3 [13] dan *Ethernet shield* W5100 [31], perangkat MikroTik *RouterBoard*, dan *smartphone* Android [2], sehingga ditetapkan sasaran penelitian, yaitu: (1) membuat bentuk fisis sistem minimum berbasis mikrokontroler untuk pemantauan dan pengendalian tegangan jaringan listrik fase-tiga dan (2) mengukur kinerja sistem minimum untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik melalui *smartphone* Android.

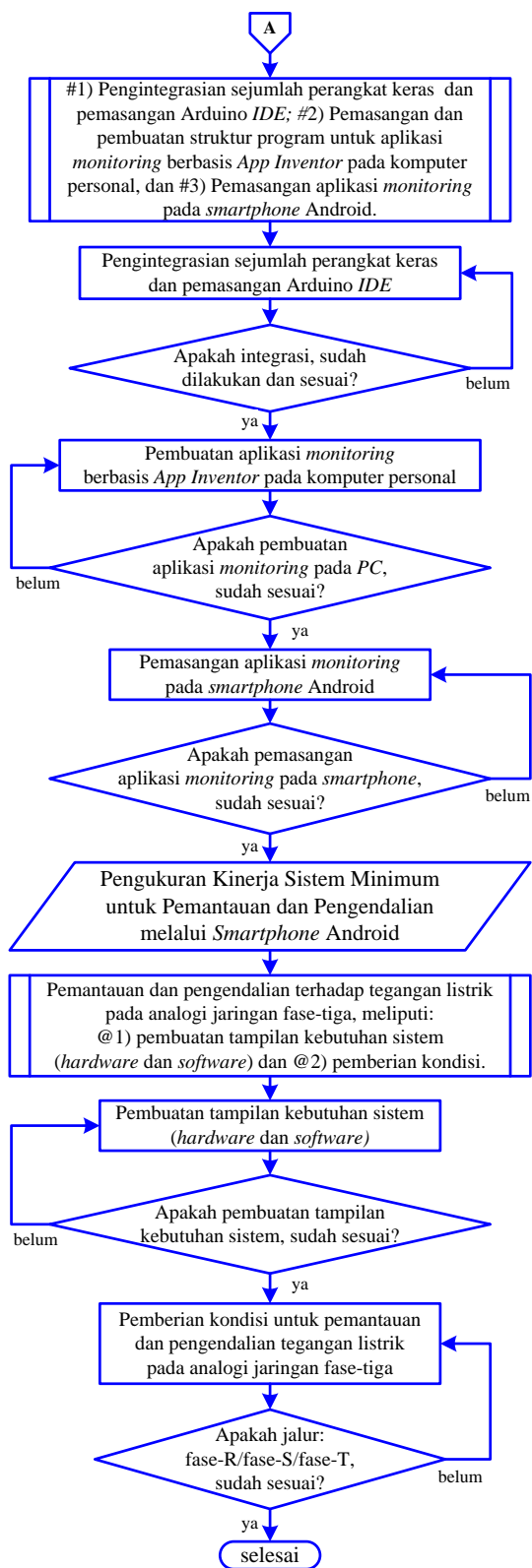
2. Metode Penelitian

Penyediaan sejumlah bahan penelitian merupakan dukungan terhadap pelaksanaan metode penelitian. Bahan penelitian berupa perangkat keras dan lunak. Perangkat keras, meliputi: (i) *board* Arduino UNO R3, (ii) modul *Ethernet shield*, (iii) sejumlah modul relai, (iv) sejumlah resistor dan transistor, (v) sejumlah kabel *pin*, (vi) *breadboard*, (vii) sejumlah adaptor, (viii) sejumlah lampu pijar, (ix) *miniature circuits breakers (MCBs)*, (x) *catu daya (power supply)*, dan (xi) Mikrotik *RouterBoard*. Perangkat lunak berupa Arduino *IDE* versi 1.8.10 yang tersedia secara gratis dan dapat diperoleh secara langsung pada halaman resmi Arduino di <https://www.arduino.cc/en/main/software>, bahasa pemrograman C, dan aplikasi *online* berbasis *app inventor* di <http://ai2.appinventor.mit.edu>. Selain bahan penelitian, diperlukan alat-alat penelitian berupa: (a) *web browser* Google Chrome, (b) *smartphone* Android merek Samsung Note 3 SM-N900, (c) *laptop* Core2Duo P7370 2.00 GHz., dan (d) alat ukur terhadap tegangan listrik (*voltmeter*).

Pencapaian sasaran penelitian pertama tentang pembuatan bentuk fisis sistem minimum untuk

pemantauan dan pengendalian tegangan listrik, dilakukan melalui (i) pengintegrasian sejumlah perangkat keras dan pemasangan Arduino *IDE*, (ii) pembuatan aplikasi monitoring berbasis *app inventor* pada komputer personal, dan (iii) pemasangan aplikasi *monitoring* pada *smartphone* Android. Sasaran penelitian kedua tentang pengukuran kinerja sistem minimum, dilakukan melalui pemantauan dan pengendalian tegangan listrik, berupa (i) pembuatan tampilan kebutuhan sistem *hardware* dan *software* untuk pelaksanaan pengamatan saat pemberian kondisi terhadap tegangan listrik pada analogi jaringan listrik fase-tiga dan (ii) pelaksanaan pemberian kondisi untuk pemantauan dan pengendalian terhadap tegangan listrik pada analogi jaringan fase-tiga. Diagram alir metode penelitian, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.





Gambar 2. Diagram alir metode penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sistem Minimum Berbasis Mikrokontroler untuk Pemantauan dan Pengendalian Tegangan Jaringan Listrik Fase-tiga

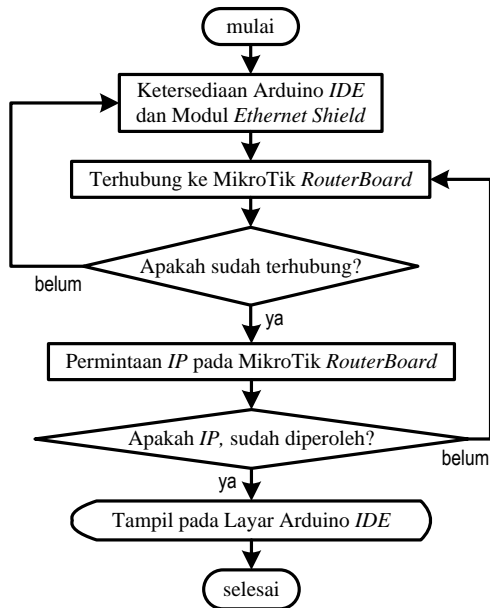
Keterbentukan sebuah sistem minimum berbasis mikrokontroler digunakan untuk pemantauan dan pengendalian tegangan jaringan listrik fase-tiga. Proses pembentukan dilakukan melalui i) pengintegrasian sejumlah perangkat keras dan pemasangan perangkat lunak (*software*, aplikasi) Arduino atau Arduino IDE, ii) pemasangan dan pembuatan struktur program untuk aplikasi pemantauan (*monitoring*) berbasis *App Inventor* pada komputer personal, dan iii) pemasangan aplikasi *monitoring* pada *smartphone* Android.

Integrasi sejumlah perangkat keras dan pemasangan aplikasi Arduino IDE merupakan upaya untuk keterbentukan *handshaking* secara *hardware* dan *software* melalui sejumlah tahapan. Tahapan pertama berupa pengunduhan *raw-file* Arduino 1.8.10 melalui *web* (www.arduino.cc). Aplikasi Arduino digunakan untuk proses *compiling* dan *uploading* struktur sintaks program untuk sistem minimum pemantauan terhadap analogi jaringan listrik fase-3. Tahapan dimulai dengan pengunduhan *file* dan pemasangan Arduino IDE versi 1.8.10. Setelah Arduino *software* terpasang pada PC dilakukan langkah-langkah lanjutan, yaitu penentuan algoritma dan penulisan sintaks yang dilanjutkan dengan proses *compiling* dan *uploading* terhadap *source code* dari komputer personal (*personal computer*, PC) ke dalam mikrokontroler Arduino UNO R3. Pembuatan sintaks program untuk pemantauan sekaligus pengendalian tegangan listrik pada analogi jaringan listrik fase-tiga, berupa tahapan pengunggahan sintaks pada Arduino untuk pengaktifan modul *Ethernet shield*.

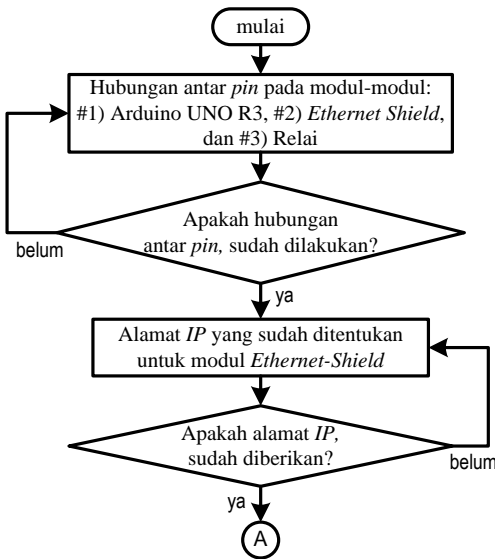
Algoritma dibuat berbentuk diagram alir yang dilanjutkan dengan penulisan sintaks berbasis bahasa pemrograman C. Penulisan sintaks merupakan upaya untuk perolehan sejumlah *source code* sebagai inti pengoperasian mikrokontroler Arduino UNO R3. Perolehan sebuah sistem pengendalian dengan *source code* berbasis bahasa C, merupakan salah satu bentuk minimalis sebuah sistem tertanam (*embedded system*). Diagram alir untuk pengaktifan *ethernet shield* dan pembuatan sintaks, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 ditunjukkan, bahwa pembuatan diagram alir berkenaan dengan permintaan pengalamatan IP secara *Dynamic Host Control Protocol (DHCP)* pada Mikrotik RouterBoard, sekaligus sebagai bentuk penetapan *ethernet shield* pada Mikrotik RouterBoard. Untuk kondisi dimana modul *ethernet shield* beroperasi dengan baik, maka IP ditampilkan pada monitor Arduino IDE, sedangkan jika kondisi modul *ethernet shield* terdapat masalah, maka ditampilkan *error* pada monitor Arduino IDE.

Setelah penyelesaian susunan sintaks, diperlukan *compiling* pada *Arduino IDE* yang telah berisi *script* pengaktifan.



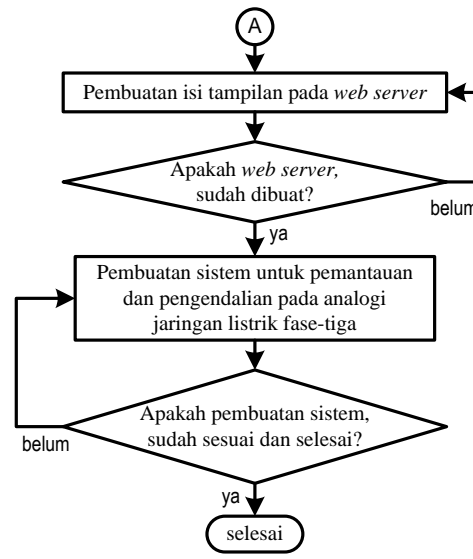
Gambar 3 Diagram alir untuk pengaktifan ethernet shield



Pengaktifan modul *Ethernet shield* pada *Arduino IDE*, dilakukan melalui proses lanjutan berupa pembuatan *source code* tersebut, agar *Arduino UNO R3* tersebut dapat berfungsi untuk pemantauan dan pengendalian kondisi terhadap analogi jaringan listrik fase-tiga. Tampilan penentuan algoritma untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada analogi jaringan listrik fase-tiga, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 ditunjukkan, bahwa pengaktifan beberapa *pin*, pengaktifan *IP* yang sudah diberikan oleh *MikroTik RouterBoard*, dan pengaktifan tampilan *web server* melalui *Arduino IDE* yang digunakan pada sistem pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada analogi jaringan listrik fase-tiga.

Tahapan *compiling* dan *uploading* terhadap *source code* ke dalam modul *Arduino UNO R3* merupakan tahapan setelah penentuan algoritma dan penulisan sintaks untuk perolehan sejumlah struktur sintaks program. Proses *compiling* dan *uploading* terhadap *source code* dari *PC* ke dalam modul *Arduino UNO R3* dengan bantuan kabel *USB*.



Gambar 4. Tampilan penentuan algoritma untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada analogi jaringan listrik fase-tiga

Aplikasi *monitoring* berbasis *app inventor* digunakan pada komputer personal untuk pembuatan sistem pemantauan dan pengendalian terhadap tegangan listrik pada analogi jaringan fase-tiga. Pembuatan aplikasi *monitoring* dilakukan secara *online* melalui *web browser* (<http://ai2.appinventor.mit.edu>). Pembuatan aplikasi untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada analogi jaringan listrik fase-tiga yang dipasang pada *smartphone* *Android* berbantuan *app inventor*, berupa aplikasi dengan ekstensi (.apk) yang sebelumnya telah di “build” melalui *website app inventor* yang secara otomatis *file* tersebut tersimpan

pada *PC* dan sudah siap untuk dipasang pada *smartphone* *Android*.

Pembuatan aplikasi dilakukan dengan layar *design* dan *blocks* pada komputer personal. Tampilan pembuatan aplikasi *monitoring* melalui *app inventor* dengan layar *design* pada komputer personal, sedangkan menu-menu pada layar *blocks* digunakan untuk pemberian perintah-perintah dalam bentuk *puzzle* yang sudah disediakan sebagai keperluan aplikasi yang dibuat pada layar *block*. Pembuatan aplikasi *monitoring* dengan layar *blocks* pada komputer personal dapat dilakukan untuk pemakaian melalui langkah-langkah: 1) ketika aplikasi

monitoring di”buka”, maka tertampilkan hasil dari *web server*; (2) pada layar *smartphone* ditampilkan hasil dari *web server* berupa tabel, dimana tabel tersebut berisikan tabel fase yang digunakan sebagai pemantauan, tabel status digunakan sebagai pemantauan terhadap fase, tabel saklar digunakan sebagai *button* untuk pengendalian terhadap lampu, dan “volt” berupa informasi nilai tegangan yang masuk pada saat saklar diaktifkan; dan (3) *refresh button* digunakan untuk *reloading* isi dari *web server*.

Setelah pembuatan aplikasi monitoring pada *web browser* berbasis *app inventor*, maka dilakukan pengunduhan terlebih dahulu untuk pemasangan aplikasi monitoring dengan transfer data melalui komputer personal. Langkah lanjutan berupa pelaksanaan pengunduhan aplikasi berbasis *App Inventor*, diikuti langkah pemasangan aplikasi *monitoring* pada *smartphone* Android.

Perolehan hasil selanjutnya berupa pembukaan pada *smartphone* Android bermerek Samsung Note 3 SM-N900. Tampilan hasil pemasangan aplikasi monitoring pada *smartphone* Android, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan hasil pemasangan aplikasi *monitoring* pada *smartphone* Android

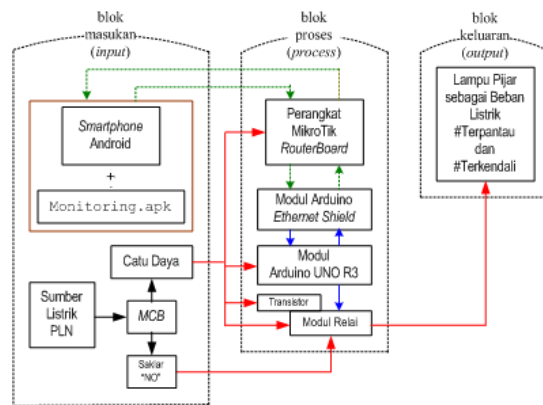
Berdasarkan Gambar 5 ditunjukkan, bahwa tampilan hasil pemasangan aplikasi *monitoring* pada *smartphone* Android berupa 4 (empat) kolom dengan pencantuman (i) “fase”, (ii) “status”, (iii) “saklar”, dan (iv) “volt”.

3.2. Kinerja Sistem Minimum untuk Pemantauan dan Pengendalian melalui *Smartphone* Android

Kinerja sistem minimum untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada analogi jaringan listrik fase-tiga dilakukan untuk perolehan hasil, setelah dilakukan *uploading* terhadap struktur program berbasis *Arduino IDE* dari *PC* ke modul *Arduino UNO R3* dan pembuatan aplikasi *monitoring* untuk *smartphone* Android, selanjutnya diperoleh tampilan kebutuhan sistem sebagai tahapan pelaksanaan pengamatan saat pemberian kondisi terhadap masing-

masing jalur fase pada analogi jaringan listrik fase-tiga, jalur fase-R atau fase-S atau fase-T.

Dua kebutuhan sistem untuk pengamatan pada langkah pemantauan dan pengendalian terhadap tegangan listrik pada analogi jaringan fase-tiga, yaitu tampilan kebutuhan sistem untuk *hardware* dan *software*. Diagram blok tampilan sistem secara *hardware*, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



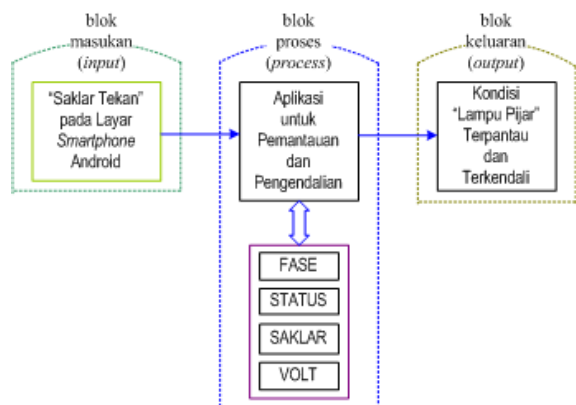
Gambar 6 Diagram blok tampilan sistem secara *hardware*

Berdasarkan Gambar 6 ditunjukkan, bahwa *bread board* digunakan untuk tampilan sistem secara *hardware* berbantuan kabel *jumper* secukupnya dengan tujuan untuk kemudahan proses pembuatan dan simulasi untuk penghubungan komponen satu dengan yang lain melalui penancapan kabel *jumper* pada jalur yang sudah disediakan, sehingga diperoleh kemudahan dalam proses pelepasan saat terjadi kesalahan teknis atau *trouble*.

Penggunaan *smartphone* Android untuk penelitian ini, yaitu Samsung Note 3 SM-N900, RAM 3 GB, Android versi 5.0 *Lollipop*. Keberadaan diagram blok sistem secara *hardware* berupa tiga blok yang meliputi (a) blok masukan, (b) blok proses, dan (c) blok keluaran. Blok masukan terdiri atas 5 (lima) jalur untuk (i) *smartphone* Android, (ii) aplikasi *monitoring.exe* sebagai sistem pengoperasian pemantauan dan pengendalian pada analogi jaringan listrik fase-tiga, (iii) catu daya (*power supply*) sebagai pencatu untuk modul *Arduino UNO R3*, (iv) sumber listrik PLN sebagai pencatu daya pada *minimum system* dan analogi jaringan listrik fase-3, dan (v) *MCB* sebagai pengaman dan pemutus/penghubung lampu dari sumber listrik PLN. Blok proses terdiri atas 4 (empat) jalur yang meliputi (i) *Mikrotik RouterBoard* untuk jalur *smartphone* Android, agar dapat terhubung ke *web server*, (ii) *Ethernet shield* untuk jalur modul *Arduino UNO R3*, agar dapat terhubung ke *Mikrotik RouterBoard*, (iii) *Arduino UNO R3*, perangkat utama pada sistem untuk *compiling* dan *uploading*, agar sistem beroperasi secara sempurna, dan (iv) modul relai sebagai perangkat pendukung, agar modul *Arduino* dapat digunakan untuk pengendalian lampu pijar. Blok keluaran hanya terdiri atas satu komponen, yaitu lampu

pijar sebagai penanda, apakah kondisi sistem telah beroperasi dengan baik atau terdapat *trouble*.

Diagram blok untuk tampilan sistem secara *software*, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Diagram blok untuk tampilan sistem secara *software*

Berdasarkan Gambar 7 ditunjukkan, bahwa *software* yang digunakan pada *smartphone* Android dirancang melalui sebuah aplikasi berbasis *web*, yaitu <http://ai2.appinventor.mit.edu>. Aplikasi berbasis *web* tersebut dikhususkan untuk pengembangan dan pembuatan aplikasi berbasis Android. Dalam aplikasi tersebut digunakan sebuah *laptop* dengan minimal spesifikasi pada *processor* Core2Duos P7370, CPU 2.00 GHz. dan RAM 2 GB dengan sistem pengoperasian Windows 7 Ultimate 32-Bit. Untuk akses aplikasi berbasis *web* <http://ai2.appinventor.mit.edu> digunakan sebuah *browser* Google Chrome dengan versi 58.0.3029.110, sedangkan untuk keterhubungan dengan *Internet* digunakan Mikrotik *RouterBoard*. Blok diagram pada sistem secara *software* berjumlah tiga buah, yaitu: a) blok masukan, b) blok proses, dan c) blok keluaran.

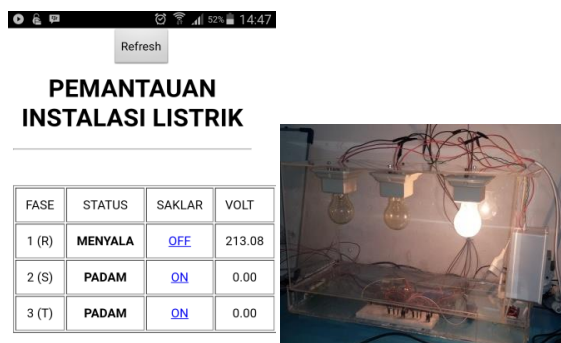
Blok *input* hanya terdapat 1 (satu) jalur, yaitu *push button* untuk *refresh* atau *reolad* ulang pada saat *webserver* dalam keadaan *error*. Blok *process* pada sistem secara *software* berupa tampilan hasil *web server* pada aplikasi monitoring.exe, dimana terdapat beberapa tabel, yaitu (i) "fase" berfungsi sebagai suatu informasi, (ii) "status" digunakan sebagai informasi sistem pemantauan dan pengendalian pada analogi jaringan listrik fase-tiga, (iii) "saklar" digunakan untuk pengendalian jalur fase pada lampu, dan (iv) "volt" sebagai tampilan informasi nilai tegangan yang dihasilkan pada saat jalur fase dengan lampu dalam keadaan berpijar. Blok *output* hanya terdapat satu jalur, yaitu kondisi "lampu" sebagai penanda, apakah aplikasi yang dibuat beroperasi dengan baik atau terjadi *trouble*.

Pelaksanaan pemberian kondisi untuk pemantauan dan pengendalian tegangan listrik pada analogi jaringan listrik fase-tiga (fase-R, fase-S, fase-T) dilakukan setelah perolehan tampilan sistem secara *hardware* dan *software*. Tampilan pengendalian lampu pijar pada

analogi jaringan listrik fase-tiga, berupa urutan hasil pengamatan, yaitu pengaktifan pada fase-R, fase-S, dan fase-T.

#1) Pengaktifan pada jalur fase-R

Saat tanda "saklar" pada *smartphone* Android ditekan untuk pengaktifan lampu pijar pada fase-R, sesaat kemudian lampu pada fase-R menyala. Tampilan hasil pengamatan terhadap pengendalian lampu pijar jalur fase-R, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

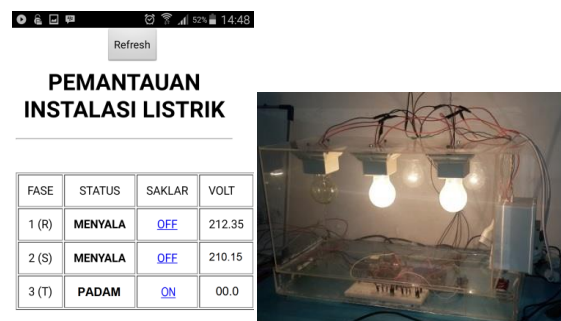


Gambar 8. Tampilan hasil pengamatan terhadap pengendalian lampu pijar jalur fase-R

Berdasarkan Gambar 8 dapat dijelaskan, bahwa lampu pijar pada fase-R telah berpijar, sedangkan lampu pijar pada fase-S dan fase-T tidak berpijar (masih padam).

#2) Pengaktifan pada jalur fase-S

Saat tanda "saklar" pada *smartphone* Android ditekan untuk pengaktifan lampu pijar pada fase-S, sesaat kemudian lampu pijar pada fase-S berpijar. Tampilan hasil pengamatan terhadap pengendalian lampu pijar jalur fase-S, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



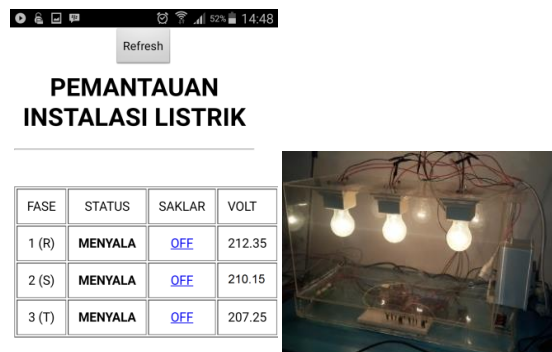
Gambar 9. Tampilan hasil pengamatan terhadap pengendalian lampu pijar jalur fase-S

Berdasarkan Gambar 9 dapat dijelaskan, bahwa lampu pijar pada fase-R masih berpijar dan lampu pijar pada fase-S telah berpijar, sedangkan lampu pijar pada fase-T tidak berpijar.

#3) Pengaktifan pada jalur fase-T

Saat tanda "saklar" pada *smartphone* Android ditekan untuk pengaktifan lampu pijar pada fase-T, sesaat kemudian lampu pijar pada fase-T berpijar. Tampilan

hasil pengamatan terhadap pengendalian lampu pijar jalur fase-T, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan hasil pengamatan terhadap pengendalian lampu pijar jalur fase-T

Berdasarkan Gambar 10 dapat dijelaskan, bahwa lampu pijar pada fase-R dan fase-S masih berpijar, sedangkan lampu pijar pada fase-T juga telah berpijar.

Setiap baris fase-R/fase-S/fase-T, terdapat kolom "status" berfungsi sebagai informasi pemantauan analogi jaringan listrik terhadap setiap fase. Untuk kondisi dimana saklar ditekan ON, maka keadaan status lampu pijar berubah dari kondisi padam menjadi menyala dan berlaku untuk sebaliknya. Kolom "saklar" berfungsi sebagai pengendalian analogi jaringan listrik setiap fase. Kolom "volt" berfungsi sebagai informasi nilai tegangan pemantauan pada analogi jaringan listrik setiap fase. Untuk kondisi dimana saklar ditekan ON, maka pada kolom "volt" berisikan nilai tegangan dan berlaku untuk sebaliknya.

4. Kesimpulan

Kesimpulan ditetapkan yang berpedoman kepada sasaran penelitian, bahwa perakitan untuk keterbentukan sebuah sistem minimum secara *hardware* yang dilengkapi dengan pemasangan aplikasi format .apk pada *smartphone* Android. Keberadaan tampilan pada *smartphone* Android untuk pengukuran kinerja *minimum system* didasarkan kepada 2 (dua) kebutuhan sistem, yaitu secara *hardware* dan *software*, sehingga proses pemantauan dan pengendalian terhadap tegangan listrik pada analogi jaringan listrik fase-tiga, melalui 3 (tiga) pemberian perintah pengaktifan pada masing-masing jalur fase-R, fase-S, dan/atau fase-T. Pemantauan dan pengendalian dengan pemberian kondisi telah sesuai dengan keberadaan dan fungsi pembuatan *minimum system*.

Saran untuk penelitian lanjutan terkait dengan pembuatan berbagai unit kendali yang kelak dapat dijadikan bagian terintegrasi pada *smarthome system platform* berbasis *wireless sensor network (WSN)* dan *Internet of Things (IoT)*.

Daftar Rujukan

- [1] A. Goeritno, F. Hendrian, dan Ritzkal. (2019, Desember). Pengendalian Lampu Pijar pada Analogi Jaringan Listrik Fase-Tiga melalui Smartphone Berbasis Android Berbantuan Jaringan Wi-Fi. *Jurnal Ilmiah SETRUM*. [Online]. 8(2), hlm. 274-286. Tersedia: http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/6977/pdf_62
- [2] E. Dainow, *Understanding Computers, Smartphones and the Internet*, 1st ed. Toronto, CA: CreateSpace, 2018.
- [3] K.M. Deepashri, P.B. Sachidanand, and H.S. Latha. (2018). Industrial Appliances Control Using Android Mobile and Bluetooth Technology. *International Journal of Engineering and Manufacturing Science*. [Online]. 8(1), 33-42. Available: https://www.ripublication.com/ijems_spl/ijemsv8n1_04.pdf
- [4] A.E. Amoran, A.S. Oluwole, E.O. Fagorola, & R.S. Diarah. (2021). Home automated system using Bluetooth and an android application. *Scientific African*. [Online]. 11(e00711), pp. 1-11. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00711>
- [5] A. Johan, A. Goeritno, dan Ritzkal, "Prototipe Sistem Elektronis Berbasis Mikrokontroler Untuk Pemantauan Jaringan Listrik," di *Prosiding SNTI V-2016*, Jakarta, JK, 2016, hlm. 324-330.
- [6] A. Goeritno, Ritzkal, dan A. Johan. (2016, Desember). Kinerja Prototipe Sistem Elektronis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Untuk Pemantauan Analogi Jaringan Listrik. *Jurnal Ilmiah SETRUM*. [Online]. 5(2), hlm. 94-99. Tersedia: <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/971/772>
- [7] A. Goeritno, dan Y. Herutama, "Prototipe Sistem Elektronis Berbantuan PC untuk Pemantauan Kondisi Pasokan Daya Listrik," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol.14, no.2, Agustus 2018, hlm. 96-104. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i2.10904>
- [8] R. Effendi, A. Goeritno, dan R. Yatim. (2015, November). Prototipe Sistem Pendeteksian Awal Pencemaran Air Berbantuan Sensor Konduktivitas dan Suhu Berbasis Mikrokontroler. *Prosiding Semnastek ke-2* (hlm. (TE-017) 1-6). FT UMI. [Online]. Tersedia: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/430/396>.
- [9] I. Mustofa, A. Goeritno, dan B.A. Prakosa, "Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler untuk Pengaman terhadap Gangguan Hubung Singkat pada Otobis," di *Prosiding SNTI V-2016*, Jakarta, JK, 2016, hlm. 317-323.
- [10] Sopyandi, A. Goeritno, dan R. Yatim, "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Payload Data Handling Berbantu Mikrokontroler untuk Instalasi Listrik Rumah Tinggal," di *Prosiding SNTI V-2016*, Jakarta, JK, 2016, 331-337.
- [11] B.A. Prakoso, A. Goeritno, dan B.A. Prakosa, "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Mikrokontroler ATmega32 untuk Analogi Smart Green House," di *Prosiding SNTI V-2016*, Jakarta, JK, 2016, hlm. 338-345.
- [12] ATMEL Corporation. (2016). *8-bit AVR Microcontroller ATmega32A Datasheet Complete*. [Online]. Available: http://www.atmel.com/Images/Atmel-8155-8-bit-Microcontroller-AVR-ATmega32A_Datasheet.pdf
- [13] M. Banzi and M. Shiloh, *Getting Started with Arduino: the Open Source Electronics Prototyping Platform*. 3rd ed. Sebastopol, CA: Maker Media, 2015, pp. 15-22.
- [14] Suhendri, dan A. Goeritno, "Pemantauan Energi Listrik pada Satu kWh-meter Fase Tunggal untuk Empat Kelompok Tegangan Berbasis Metode Payload Data Handling," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 14, no. 3, hlm. 189-197, Desember 2018. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i3.11952>
- [15] I. Setyawibawa, dan A. Goeritno. (2019, April). Communication Interface Adapter Berbasis Mikrokontroler Arduino Terkendali Sinyal Dual Tone Multi Frequency. *Jurnal ELKHA*. [Online]. 11(1), hlm. 19-26. Tersedia: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/view/30374/5676581006>
- [16] D. Suhartono, dan A. Goeritno. (2019, April). Prototipe Sistem Berbasis Mikrokontroler untuk Pengkondisian Suhu pada Analogi Panel dengan Analogi Sistem Air Conditioning,

- Jurnal EECCIS (Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems)*. [Online]. 13(1), hlm. 22-30. Tersedia: <https://jurnaleeccis.ub.ac.id/index.php/eeccis/article/view/554/345>
- [17] H.A. Fazry dan A. Goeritno. (2020, Desember). Sistem Minimum dengan Battery Back-up Berbasis Mikrokontroler Arduino Untuk Pengoperasian Inkubator, *Jurnal Ilmiah SETRUM*. [Online]. 9(2), 113-126. Tersedia: https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/9458/pdf_86
- [18] Darussalam, dan A. Goeritno. (2021, April). Pemanfaatan RFID, Loadcell, dan Sensor Infrared Untuk Miniatur Penukaran Botol Plastik Bekas, *Jurnal RESTI*. [Online]. 5(2), hlm. 281-291. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.3048>
- [19] F. Hendrian, Ritzkal, dan A. Goeritno. "Penggunaan Protokol Internet untuk Sistem Pemantauan pada Analogi Jaringan Listrik Fase-3 Berbantuan Mikrokontroler Arduino UNO R3 Terkendali melalui Smartphone Berbasis Android," di *Prosiding SNSRT UPH-2017*, Tangerang, BT, 2017, hlm. (II)103-110.
- [20] A. Goeritno, F. Hendrian, dan Ritzkal. (2017, Juli). Lampu Pijar pada Analogi Jaringan Listrik Fase-Tiga Terkendali melalui Smartphone Berbasis Android Terhubung Internet Berbantuan Mikrokontroler. *Prosiding SNATIF ke-4* (hlm. 45-62), FT-UMK. [Online]. Tersedia: <http://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1243/861>.
- [21] A.F. Nasyarudin, Ritzkal, dan A. Goeritno. "Prototipe Perangkat untuk Pemantauan dan Pengendalian Berbasis Web Diintegrasikan ke Smarthome System," *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentations Systems (IJEIS)*, vol. 10, no. 2, 2020, hlm. 167-178. <https://doi.org/10.22146/ijeis.58316>.
- [22] L. Hardian dan A. Goeritno. (2021). Pabrikasi Unit Kontrol Berbasis Web pada Smarthome System untuk Pengoperasian Pintu Gerbang. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*. [Online]. 5(1), hlm. 163-173. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2879>.
- [23] Arduino. *Install the Arduino Software (IDE) on Window PCs*. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Windows> (accessed: December 24, 2019).
- [24] T. Hamed, R. Dara, and S.C. Kremer. (2017). Intrusion Detection in Contemporary Environments. *Computer and Information Security Handbook*, 109–130. doi:10.1016/b978-0-12-803843-7.00006-5
- [25] Z. Miftah. (2019). Penerapan Sistem Monitoring Jaringan dengan Protokol SNMP pada Router Mikrotik dan Aplikasi Dude Studi Kasus STIKOM CKI. *Faktor Exacta*, [Online]. 12(1), hlm. 58-66. Tersedia: https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor_Exacta/article/viewFile/3481/2489.
- [26] C. Hermawan, B.A. Prakosa, A.H. Hendrawan, dan A. Goeritno. "Penggunaan Protokol Internet dan Bluetooth Untuk Sistem Penggerakan Kunci Pintu Berbantuan Arduino UNO R3 Terkendali melalui Smartphone Berbasis Android 4.4.2 KitKat," di *The 4th NCIEE*, Cilegon, BT, 2016, hlm. 113-124.
- [27] H. Zhong, "An Empirical Study on API Usages," *Journal of Latex Class Files*, vol.14, no.8, August 2015, pp. 1-14.
- [28] H. Zhong, N. Meng, Z. Li, and L. Jia. "An Empirical Study on API Parameter Rules," in *ICSE'20: 42th International Conference on Software Engineering (ICSE)*, Seoul, South Korea, 27th June-19th July 2020, pp. 1-13.
- [29] USB Implementers Forum, Inc. (2011, July 14). *USB On-The-Go and Embedded Host Automated Compliance Plan*. (Revision 1.0 r0.8.) [Online]. Available: http://www.usb.org/developers/onthego/otgeh_compliance_plan_1_0.pdf
- [30] MICROCHIPS. (2021). *USB Cables and Connectors*. Chandler, AZ: Microchip Technology, Inc. <https://microchipdeveloper.com/usb:connectors>
- [31] Arduino. *Arduino Ethernet Shield V1*. [Online] Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShieldV1>
- [32] B.A. Forouzan. *TCP/IP Protocol Suite*, Fifth Edition. New York, NY: McGraw-Hill, 2013, pp. 7-8.
- [33] Z-J. Cai, S-B. Tong. (2017). Application of Proteus Simulation Software in the Teaching of Electric Courses. *2017 4th ERMM*, [Online]. Available: <https://doi.org/10.12783/dtssehs/ermm2017/1472>