

Embedded Device pada Smarthome System Berbasis IoT untuk Pengoperasian Pintu Gerbang Terkendali melalui Smartphone

Ahmad Fauji¹, Arief Goeritno^{2*}, Lucky Hardian¹, dan Bayu Arief Prakoso³

¹PT Elangperdana Tyre Industry

Jalan Elang, Desa Sukahati, Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor 16810

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jalan Sholeh Iskandar km.2, Kedungbadak, Tanah Sareal, Kota Bogor 16164

³Overspeed Corporation

Pura Bojonggede Blok G8/8, RT001/RW014, Desa/Kecamatan Tajurhalang, Kabupaten Bogor 16320

e-mail: arief.goeritno@uika-bogor.ac.id

Abstrak—Penelitian ini dilatarbelakangi oleh sejumlah kekurangan pada penelitian sejenis sebelumnya, terutama berkaitan dengan pemilihan sensor dan aplikasi untuk pengoperasian, sehingga dilakukan pabrikan dan pengembangan untuk perolehan sebuah *embedded device* sebagai unit kendali. Ketersediaan unit kendali merupakan bagian dari *smarthome system berbasis Internet of Things (IoT)* untuk pengendali pintu gerbang, melalui *smartphone* dengan mekanisme *one-time password*. Sasaran penelitian, meliputi (i) pembuatan unit kendali dan pemrograman berbasis *Arduino Integrated Development Environment (IDE)* dan (ii) uji verifikasi dan uji validasi. Keterwujudan unit kendali dilakukan melalui perakitan sejumlah perangkat elektronika, pembuatan *motherboard*, refungsionalisasi miniatur pintu gerbang, dan pengawatan terintegrasi yang dilengkapi dengan program tertanam. Kinerja unit kendali diukur melalui pemberian uji verifikasi berupa simulasi berbantuan aplikasi Proteus dan uji validasi berbantuan aplikasi Telegram Bot pada saat pemberian kondisi terhadap pintu gerbang ketika dibuka, ditutup, atau pengunci dalam keadaan *lock/unlock*. Kinerja unit kendali hasil pengembangan, berupa peningkatan kecepatan proses pembukaan maupun penutupan pintu gerbang, implementasi *one-time password* untuk pengamanan pengoperasian, dan ketersediaan internal back-up power. Rekomendasi untuk penelitian lanjutan, lebih ditekankan kepada pembuatan berbagai unit kendali yang diintegrasikan ke *smarthome system platform*.

Kata kunci: *embedded device, IoT, one-time password, smarthome system, telegram bot*

Abstract—This research was motivated by a number of shortcomings in previous similar studies, mainly related to the selection of sensors, the selection of application for operation, and the absence of backup power in the system, so that manufacturing and development were carried out for the acquisition of an embedded device as a control unit. The availability of this control unit is part of the smarthome system based on the Internet of Things (IoT) for gateway controllers, via smartphones with a one-time password mechanism. The research objectives include (i) the manufacture of control units and programming based on Arduino IDE and (ii) verification and validation tests. The realization of the control unit is carried out through assembling a number of electronic devices, making motherboards, re-functionalizing of the miniature gates, and integrated wiring equipped with embedded programs. The performance of the control unit is measured by providing verification tests in the form of simulations based on the Proteus application and validation tests assisted by the Telegram Bot application when conditions are given to the gate when it is opened, closed, or the lock is in a lock/unlocked state. The performance of the control unit developed, in the form of increasing the speed of the gate opening and closing process, implementing one-time passwords for operating security, and the availability of internal backup power. Recommendations for further research, more emphasis is placed on the creation of various control units that are integrated into the smarthome system platform.

Keywords: *embedded device, IoT, one-time password, smarthome system, telegram bot*

I. PENDAHULUAN

Penelitian ini didasari oleh penelitian sebelumnya tentang sebuah prototipe peranti tertanam (*embedded device*) [1] terkendali melalui *smartphone* Android dan jaringan Wi-Fi untuk pengoperasian pintu gerbang

[2]. Kekurangan pada penelitian sebelumnya, terutama terletak pada (i) pemilihan sensor yang berakibat kepada kelambatan proses buka-tutup pintu gerbang, (ii) pemilihan aplikasi untuk pengoperasian pintu gerbang yang rentan terhadap “pembajakan”, dan (iii) ketiadaan *internal back-up power* pada sistem. Berdasarkan sejumlah kekurangan

tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan penggantian terhadap sensor, agar diperoleh kecepatan tanggapan lebih baik saat proses pembukaan atau penutupan pintu gerbang. Sistem pengoperasian sebelumnya berbasis RemoteXY versi 4.5.1 [3] diganti dengan sistem berbasis aplikasi Telegram [4], [5] melalui metode *one-time password* [6], [7]. Penambahan *internal back-up power* untukantisipasi terhadap kondisi darurat (emergency) saat ketiadaan catu daya utama [8].

Berdasarkan latar belakang tersebut, sejumlah “state of the art” untuk penelitian ini berkaitan dengan pengintegrasian perangkat keras (*hardware*) berbasis pemroses mikro (*microprocessor*) dalam bentuk personal computer (PC) [9], programmable logic controller (PLC) [10], atau mikrokontroler (*microcontroller*, uC) [11], [12]. Hasil penelitian berupa pemanfaatan PC untuk pengendalian sistem elektronis pada pemantauan kondisi pasokan daya listrik [13], pemanfaatan PLC untuk sejumlah simulator [14]-[19], pabrikasi untuk keterwujudan instrumentasi elektronis berbasis chip mikrokontroler untuk perangkat elektronis [20]-[29], atau pemanfaatan secara langsung modul mikrokontroler dari Arduino [29]-[39]. Modul (*board*) Arduino secara spesifik digunakan untuk perwujudan sebuah prototipe berbasis peranti tertanam (*embedded device*) terkendali melalui *smartphone* Android dan jaringan Internet [30], [31], [35], [36], [2], [40].

Keberadaan *smarthome* [41] merupakan bagian dari paradigma *Internet of Things* (IoT) dengan tujuan untuk pengintegrasian otomatisasi dan keamanan rumah [41]. Ketersediaan IoT merupakan visi untuk internetworking dari objek-objek komunikasi cerdas, seperti peralatan rumah tangga, kendaraan, mesin pabrik, perangkat terpakai, dan berbagai jenis sensor [42]. Tampilan salah satu *smarthome system platform* [43], seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan, bahwa berbantuan jaringan telepon, dapat digunakan untuk pengendalian pompa air, pemantauan ketinggian permukaan air pada tangki, pengoperasian peralatan penerangan di dalam atau luar rumah, pengawasan seluruh aktivitas yang terjadi di rumah, pengoperasian pintu gerbang, atau bentuk kemudahan lain [44].



Gambar 1. Tampilan salah satu *smarthome system platform* [43]

Sistem *smarthome* dapat digunakan untuk pengaturan atau pengendalian semua sarana rumah melalui penggunaan dan pengendalian sumberdaya listrik sebagai pembangkitan daya atau catu daya. Implementasi sistem *smarthome* untuk rumah-rumah berlahan luas, lebih terasa kemanfaatannya [44]. Pengaktifan objek di rumah tangga melalui keterhubungan dengan Internet [45], merupakan upaya pemantauan dan pengontrolan dari jarak jauh dapat dilakukan oleh pemilik rumah. Pengaturan lampu melalui timer untuk pengoperasian pada waktu tertentu dalam sehari, hingga termostat pintar untuk pengaturan suhu dalam rumah, telah dihasilkan laporan terperinci tentang penggunaan energi, sehingga konsepsi rumah pintar telah menjadi suatu keniscayaan di pasar konsumen [46].

Ketersediaan *smartphone* yang terjangkau, pengontrol mikro, dan perangkat keras berbasis *open source* lain seiring dengan peningkatan penggunaan layanan cloud, telah menjadi bentuk pengembangan sistem keamanan rumah pintar berbiaya rendah [9]. Otomatisasi rumah pintar dan sistem keamanan telah menjadi solusi bagi sejumlah anggota keluarga dengan tingkat kesibukan yang semakin bertumbuh, maupun untuk layanan bagi anggota rumah tangga dengan mobilitas terbatas, seperti penyandang disabilitas dan orang tua [43], [46]. Konvergensi teknologi, seperti komunikasi nirkabel yang telah terdapat di mana-mana, pembelajaran mesin (*machine learning*), analitik pada waktu nyata (*real time*), dan sistem tertanam telah menjadi keniscayaan untuk implementasi IoT bentuk baru di banyak kawasan [41], [42]. Kombinasi kepentingan komersial dan inisiatif pemerintah telah menjadikan rumah pintar, perawatan kesehatan pintar, kota pintar, dan transportasi pintar sebagai fokus utama pengembangan aplikasi IoT [46].

Berpedoman kepada sejumlah “state of the art” tersebut, maka dirancang-bangun sebuah prototipe untuk unit kendali pada *smarthome system platform* [43] dengan kriteria sebagaimana beberapa penelitian sebelumnya, yaitu pemanfaatan modul Arduino MEGA2560 R3 [12], [30]-[40] dan Wemos D1 [47], [48] terkendali melalui *smartphone* [9]. Sistem ditambahi *internal back-up power* [8] dan dilengkapi dengan mekanisme pengoperasian berbantuan *one-time password* atau lebih dikenal dengan *one-time Personal Identification Number* (PIN) [6], [7] atau *Quick Response* (QR) [49] atau *dynamic password* [50], sehingga dapat disesuaikan dan terintegrasi ke salah satu *platform* untuk sistem *smarthome* [41]-[44], [2] berbasis pada *platform* untuk implementasi IoT [9].

Berdasarkan mekanisme rancang bangun untuk keterbentukan sebuah prototipe, maka ditetapkan sasaran penelitian, yaitu (1) mengintegrasikan modul dan/atau rangkaian elektronika dan memrogram modul Arduino [12] dan Wemos D1 [47] berbantuan aplikasi Arduino [50] dan (2) mengukur kinerja unit kendali untuk sistem pengendalian gerbang dengan mekanisme pemanfaatan *dynamic password* [50] melalui *smartphone* berbantuan aplikasi Telegram Bot [4], [5]. Untuk pencapaian sasaran penelitian, maka diperlukan batasan masalah terkait dengan (i) keterbentukan unit kontrol pada *smarthome*

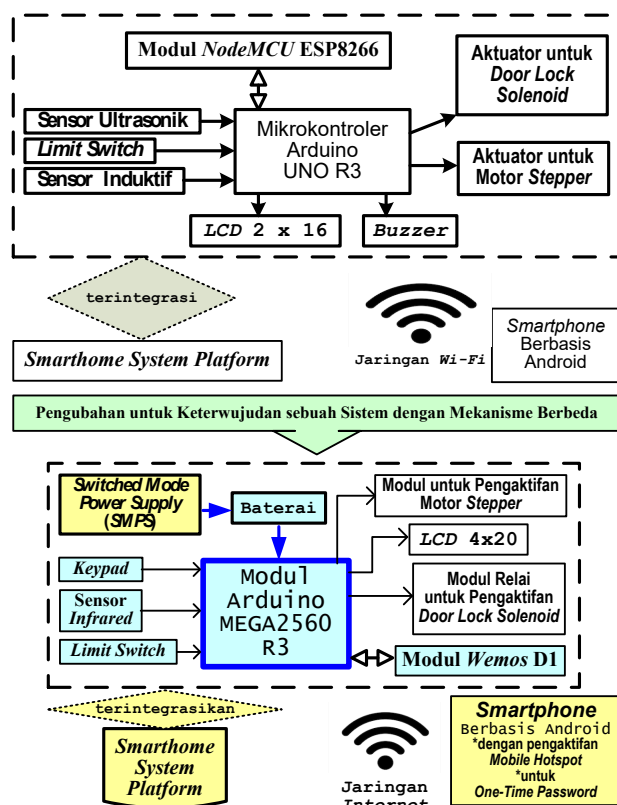
system platform, berbantuan modul Arduino [12] dan Wemos D1 [48], penambahan *internal back-up power* [8], dan terkendali melalui *smartphone* sebagaimana hasil penelitian-penelitian sebelumnya [30], [31], [35], [36], [2], [40] berbantuan mekanisme *one-time password* [6], [7], penanaman sintaks program berbasis Arduino IDE [51], pelaksanaan uji verifikasi berbantuan aplikasi Proteus [52], dan uji validasi dengan mekanisme pemanfaatan *dynamic password* [50] melalui *smartphone* berbantuan aplikasi *Telegram* [4], [5].

II. METODE

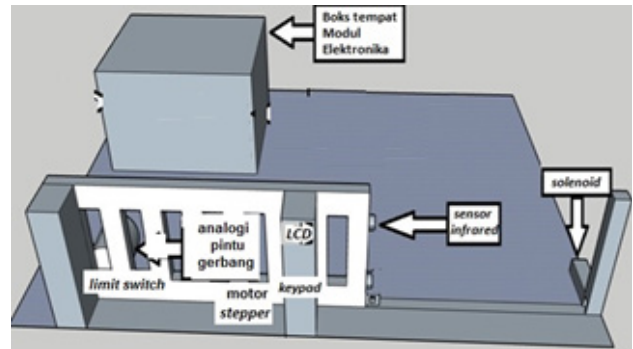
Untuk ketercapaian sasaran penelitian, maka pelaksanaan penelitian disesuaikan terhadap metode penelitian dengan tahapan-tahapan, pembuatan unit kendali, pemrograman berbasis Arduino IDE [51], uji verifikasi, dan uji validasi.

A. Pembuatan Unit Kendali

Realisasi *embedded system* terintegrasi dengan subsistem pendukung dijelaskan dengan tahapan-tahapan (i) fungsionalisasi kembali miniatur area yang dilengkapi dengan analogi pintu gerbang dan pemasangan perangkat, (ii) pembuatan *motherboard* untuk *embedded device*, (iii) penyediaan *switched-mode power supply* dan *internal back-up power*, dan (iv) pengawatan terintegrasi. Diagram skematik pembuatan *embedded device* pada *smarhome system* berbasis IoT, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram skematik pembuatan *embedded device* pada *smarhome system* berbasis IoT



Gambar 3. Tampilan pengembangan subsistem untuk pengoperasian miniatur gerbang dengan mekanisme *one time password*

Berdasarkan Gambar 2 dapat dijelaskan, bahwa rancangan pengembangan melalui penggantian, penambahan, dan penghilangan perangkat elektronika. Penggantian peralatan elektronika, meliputi (i) modul Arduino dari UNO R3 menjadi MEGA2560 R3, (ii) modul komunikasi dari NodeMCU ESP8266 menjadi Wemos D1, (iii) penggantian sensor ultrasonik dan sensor tipe induktif dengan sensor tipe infrared, (iv) LCD 2x16 diganti dengan LCD 4x20, dan (v) penggantian jaringan Wi-Fi menjadi jaringan Internet melalui pengaktifan “*mobile hotspot*”. Penambahan *port* untuk *keypad* pada jalur masukan, sedangkan pada *port* keluaran untuk *buzzer* dihilangkan. Tampilan pengembangan subsistem untuk pengoperasian gerbang dengan mekanisme *one-time password*, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dijelaskan, bahwa penempatan sejumlah peralatan elektronika untuk mekanisme pengoperasian pintu gerbang. Penempatan aktuator untuk *door-lock solenoid* di bagian ujung dan beroperasi setelah pintu gerbang tertutup sempurna. Dua buah sensor infrared ditempatkan di bagian atas dan bawah, Penggerakan analogi pintu gerbang dioperasikan oleh motor stepper. Penempatan LCD berdekatan dengan *keypad*.

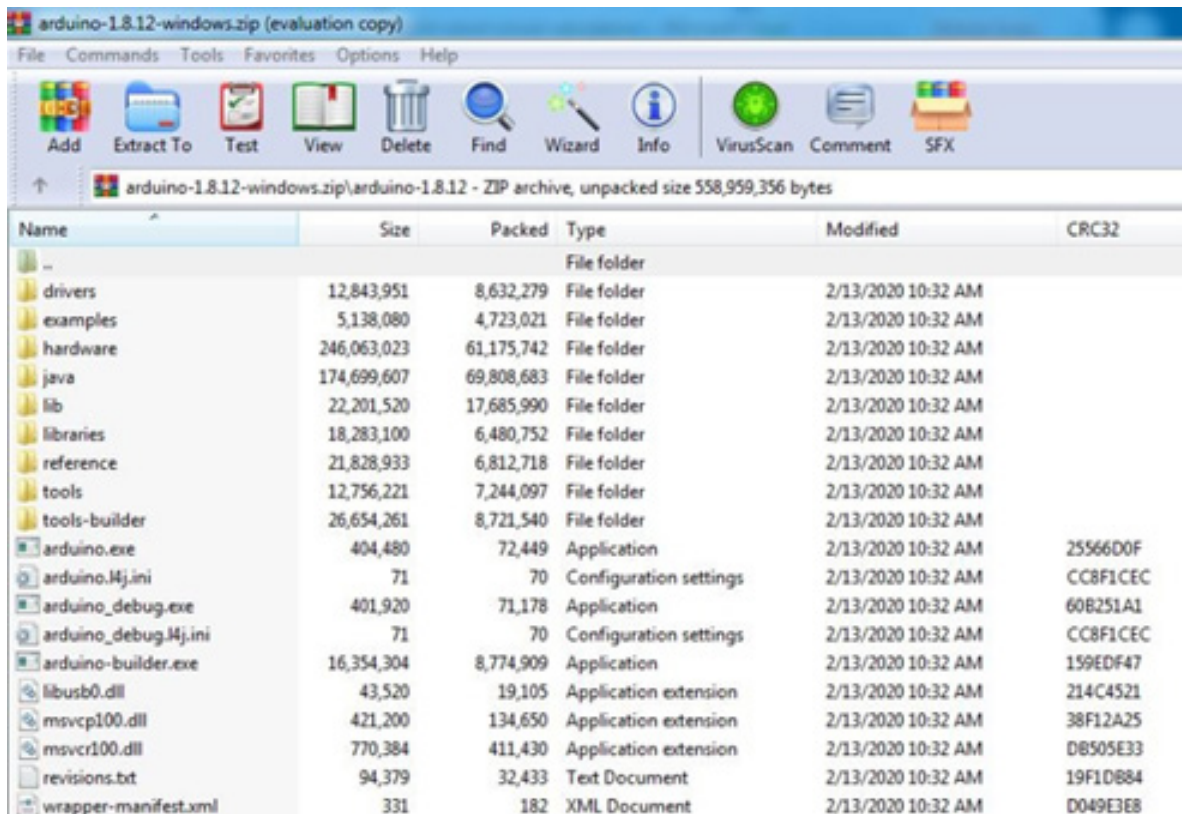
B. Pemrograman Berbasis Arduino IDE

Tahapan-tahapan pada pemrograman berbasis Arduino IDE, meliputi i) penyediaan *raw-file* Arduino IDE [51], ii) kebutuhan aplikasi sistem untuk pengoperasian unit kendali terintegrasi, iii) penentuan algoritma dan penulisan sintaks, dan iv) *compiling* dan *uploading* struktur sintaks ke modul Arduino [12] dan Wemos D1 [48].

1. Penyediaan *raw-file* Arduino IDE

Penyediaan *raw-file* Arduino IDE [51] diperoleh melalui web di www.arduino.cc dengan proses pengunduhan langsung. Tampilan hasil pengunduhan dan pemasangan *raw-file* Arduino IDE versi 1.8.12 pada komputer personal, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dijelaskan, bahwa tahapan setelah Arduino IDE terpasang pada PC, maka dilakukan ekstraksi terhadap *raw-file* menjadi sebuah *driver* yang siap untuk dimanfaatkan.



Gambar 4. Tampilan hasil pengunduhan dan pemasangan raw-file Arduino IDE versi 1.8.12 pada komputer personal

2. Kebutuhan aplikasi sistem untuk pengoperasian *embedded device* terintegrasi

Untuk kebutuhan OTP, diperlukan pembuatan bot pada aplikasi *Telegram (Telegram Bot)* dengan tahapan awal berupa kepemilikan sebuah akun di aplikasi *Telegram*. Prosedur konfigurasi aplikasi *Telegram*, meliputi (i) pemasangan aplikasi *Telegram* pada *smartphone* melalui pengunduhan di playstore, (ii) pilihan ke tombol buka pada layar (display) aplikasi, (iii) pencarian “BotFather” dengan *cecklist* biru untuk pembuatan bot, (iv) pengetikan di kolom chat dengan kalimat “/newbot” tanpa kutip

kemudian dikirim dan tunggu tanggapan dari sistem, (v) sistem dengan permintaan pemberian nama untuk bot yang diinginkan, sampai persetujuan sistem.

Tampilan balasan token chat dari sistem, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dijelaskan, bahwa setelah diperoleh “token”, maka “token” tersebut sudah dapat digunakan dan diunggah ke modul Wemos D1.

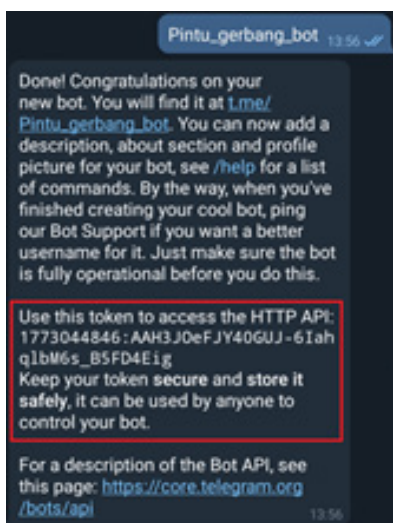
3. Penentuan algoritma dan penulisan sintaks

Langkah-langkah penentuan algoritma dan penulisan sintaks berbasis Arduino IDE, merupakan upaya perolehan sejumlah *source code* sebagai inti pengoperasian modul Arduino MEGA2560 R3 dan Wemos D1 [48]. Hasil akhir sebuah algoritma dapat berbentuk diagram alir (*flow-chart*). Tampilan penetapan algoritma, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

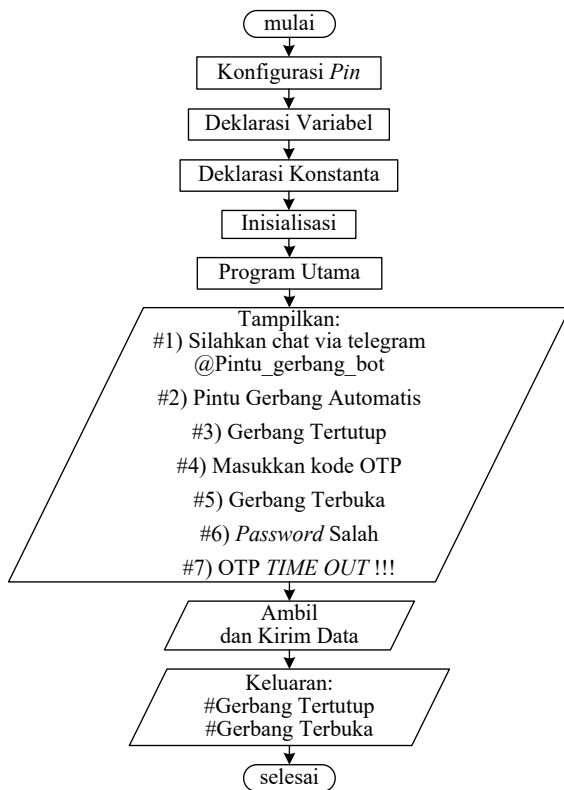
Berdasarkan Gambar 6 dapat dijelaskan, bahwa pemrograman terhadap mikrokontroler dilakukan sesuai konsepsi pada umumnya dengan tujuh tahapan yang meliputi konfigurasi pin, deklarasi variabel, deklarasi konstanta, inisialisasi, program utama, ambil dan kirim data, dan keluaran.

4. *Compiling* dan *uploading* terhadap struktur program

Berdasarkan tahapan penentuan algoritma dan penulisan sintaks, maka diperoleh sejumlah struktur program (*source code*). Tahapan selanjutnya berupa proses *compiling* dan *uploading* terhadap *source code* dari komputer personal ke dalam modul Arduino MEGA2560



Gambar 5. Tampilan balasan token chat dari sistem



Gambar 6. Tampilan diagram alir sebagai bentuk penetapan algoritma

R3 dan Wemos D1 berbantuan konektor USB. Tampilan tahapan *compiling* dan *uploading* terhadap *source code*, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 7 dapat dijelaskan, bahwa terdapat dua tahapan pada proses pembuatan *source code* sebelum ditanamkan pada modul Arduino MEGA2560 R3 dan Wemos D1. Tampilan pada gambar (a) *compiling* telah dilakukan, merupakan tahapan proses setelah penyusunan sintaks dan telah, sedangkan gambar (b) *uploading* telah dilakukan, merupakan kesuksesan proses penanaman *source code* pada modul Arduino MEGA2560 R3 dan Wemos D1.

C. Pelaksanaan Uji Verifikasi dan Validasi

Pelaksanaan uji verifikasi berupa simulasi berbantuan aplikasi Proteus [52], dilakukan untuk perintah pembukaan pintu gerbang sampai tertampilkan pada LCD berupa “Gerbang Terbuka”, sedangkan untuk perintah penutupan pintu gerbang sampai tertampilkan pada LCD berupa “Gerbang Tertutup”. Uji validasi berupa pemantauan dan pengendalian terhadap subsistem untuk pengoperasian analogi pintu gerbang pada miniatur sebuah area. Pelaksanaan pengukuran dilakukan setelah pembuatan aplikasi untuk pembangkitan *one-time password*, yaitu (i) perintah untuk kondisi gerbang “membuka” atau (ii) perintah untuk kondisi gerbang “menutup” atau (iii) perintah untuk kondisi pengunci lock/unlock dengan pemberian kondisi yang dapat diamati, berbantuan aplikasi *Telegram Bot* [4], [5], sehingga dapat diketahui sistem sudah beroperasi atau terdapat masalah.

#a) compiling telah dilakukan

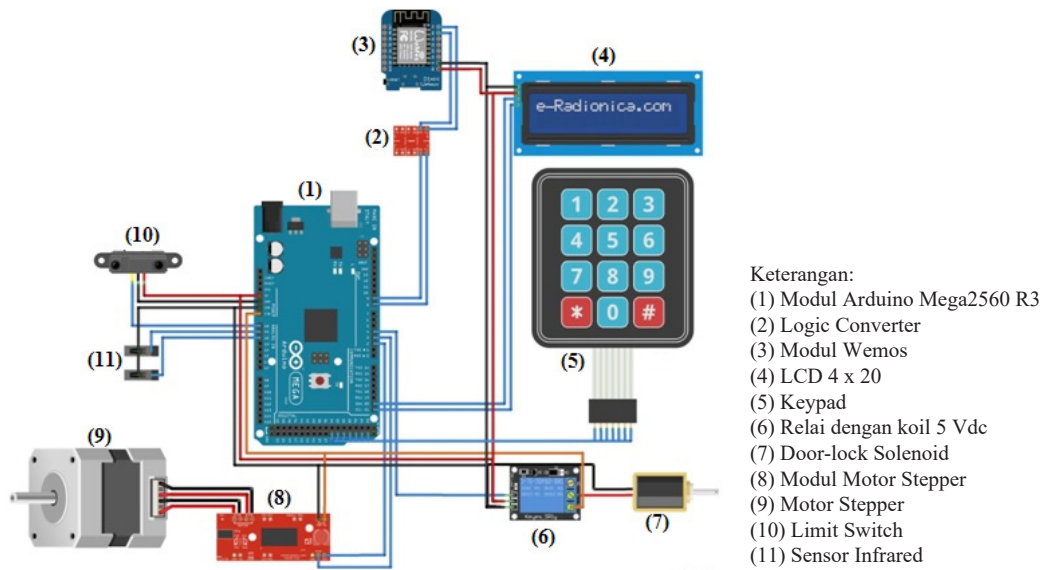
#b) uploading telah dilakukan

Gambar 7. Tampilan tahapan compiling dan uploading terhadap *source code*

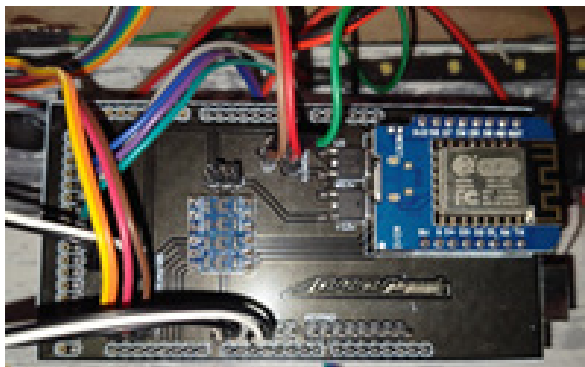
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Embedded system terpabrikasi dan terpasang untuk pengoperasian pintu gerbang melalui *smartphone* berbasis Android, merupakan bentuk pengintegrasian *embedded device* dan subsistem pendukung untuk perolehan sebuah prototipe *embedded system* yang dapat diintegrasikan ke dalam *smarthome system* berbasis IoT. Keterwujudan *embedded system* sebagai perangkat pengoperasi dijelaskan dengan urutan yang berpedoman kepada sasaran penelitian. Diagram blok prototipe *embedded system* untuk pengoperasian miniatur pintu gerbang, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

Berdasarkan Gambar 8 dapat dijelaskan, bahwa



Gambar 9. Tampilan rangkaian elektronika untuk pengawatan terintegrasi



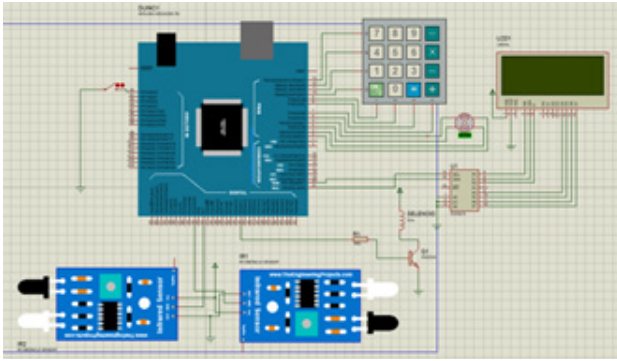
Gambar 10. Tampilan motherboard untuk embedded system

Berpedoman Gambar 10 dapat dijelaskan, bahwa ketersediaan *motherboard* mini sebagai rangkaian *interface* dengan jalur (*port*) untuk masukan dari sejumlah sensor maupun keluaran untuk penghubungan ke sejumlah penggerak aktuator.

Pelaksanaan fungsionalisasi miniatur area yang dilengkapi dengan analogi pintu gerbang, penempatan perangkat dan subsistem pendukung untuk pelaksanaan tugas dan fungsi, maupun penyediaan *switched-mode power supply* dan *internal back-up power* direalisasikan dalam bentuk maket (bentuk mini). Tampilan fungsionalisasi kembali miniatur area yang dilengkapi analogi pintu gerbang, pemasangan sejumlah perangkat, dan subsistem pendukung, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan fungsionalisasi kembali miniatur area dilengkapi analogi pintu gerbang, pemasangan sejumlah perangkat, dan subsistem pendukung



Gambar 12. Tampilan pada uji verifikasi berbasis aplikasi Proteus

B. Uji Verifikasi Berbasis Aplikasi Proteus

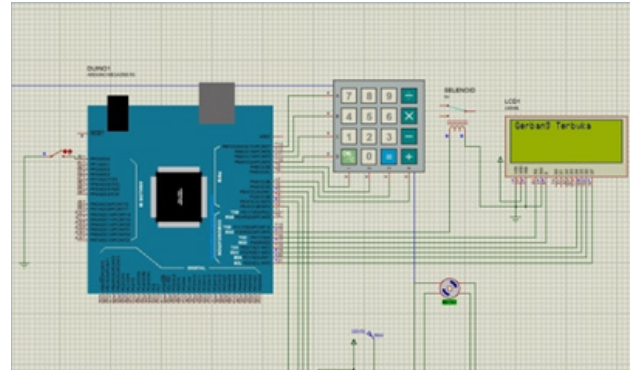
Uji verifikasi berbantuan aplikasi Proteus dalam bentuk simulasi terhadap struktur program (*source code*) berbasis Arduino IDE untuk modul Arduino MEGA2560 R3 dan Wemos D1 Mini. Rangkaian elektronika sistem tertanam terlebih dahulu dirangkai pada aplikasi Proteus, kemudian struktur program yang sudah dibuat di-comfile menjadi bentuk heksa atau bahasa mesin dan di-downloadkan ke rangkaian tersebut. Sinyal masukan dari sejumlah sensor yang terdeteksi pada simulasi, dapat diatur sesuai kebutuhan untuk pembuktian, apakah program yang telah dibuat sudah sesuai harapan atau belum. Pelaksanaan simulasi dilakukan untuk perintah pembukaan pintu gerbang sampai tertampilkan pada LCD berupa “Gerbang Terbuka”, sedangkan untuk perintah penutupan pintu gerbang sampai tertampilkan pada LCD berupa “Gerbang Tertutup”. Tampilan pada uji verifikasi berbasis aplikasi Proteus, seperti ditunjukkan pada Gambar 12.

Tampilan saat simulasi untuk kondisi “Gerbang Terbuka” dan “Gerbang Tertutup”, seperti ditunjukkan Gambar 13.

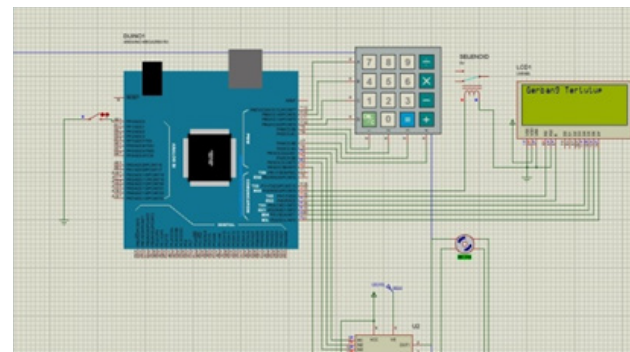
Berdasarkan Gambar 13 tampak bahwa tampilan hasil simulasi dapat dijelaskan, bahwa *source code* yang telah dibuat sesuai kondisi dan keinginan atau harapan.

C. Uji Validasi Berbantuan Aplikasi Telegram

Limit switch berfungsi sebagai pendeteksi, jika analogi pintu gerbang sudah terbuka secara maksimal, sedangkan sensor infra merah (di bagian bawah) sebagai pendeteksi ketika analogi pintu gerbang sudah tertutup sempurna melalui pengaktifan *door-lock solenoid* dan sensor infra merah (di bagian atas) berfungsi sebagai pendeteksi objek yang tidak dikenali. *Keypad* berfungsi sebagai pemasukan angka kode OTP yang dikirimkan ke *smartphone* berbantuan aplikasi *Telegram*. Motor stepper terkendali melalui sebuah modul elektronika berfungsi sebagai penggerak mekanis dua arah, untuk mekanisme pembukaan atau penutupan analogi pintu gerbang. Perputaran motor stepper searah pergerakan jarum jam, untuk proses “menutup”, sebaliknya untuk perputaran berlawanan dengan pergerakan jarum jam guna proses “membuka” pada analogi pintu gerbang.



#a) saat “Gerbang Terbuka”



#b) saat “Gerbang Tertutup”

Gambar 13. Tampilan saat simulasi untuk kondisi “Gerbang Terbuka” dan “Gerbang Tertutup”

1. Pemulaian pengoperasian

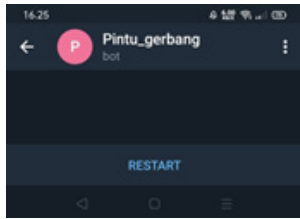
Setelah ketersediaan Bot pada Telegram, maka sudah dapat dilanjutkan untuk pemulaian uji validasi kinerja prototipe sistem secara keseluruhan. Ketersediaan jaringan Internet melalui jaringan Wi-Fi dari pengaturan *hotspot* pribadi pada internal *smartphone* yang harus disetel dengan SSID “Pintu_gerbang” dan *password* “123456789”. Langkah lanjutan berupa penyediaan sumberdaya listrik berupa baterai yang terhubung langsung dengan battery charger dengan fitur *auto cut off*, agar dapat dibuat *life time* pada baterai dapat durasi waktu lebih lama. Tampilan permulaan pada LCD, seperti ditunjukkan Gambar 14.

Berdasarkan Gambar 14 ditunjukkan, bahwa setelah tertampilkan kondisi awal pada LCD setelah pengaktifan, sistem berubah dengan tampilan “mode siaga” dan tertampilkan nama id “@Pintu_gerbang_bot” dengan tujuan, agar user lebih mudah untuk pengaksesan pintu gerbang dengan pencarian nama id tersebut pada aplikasi *Telegram*.

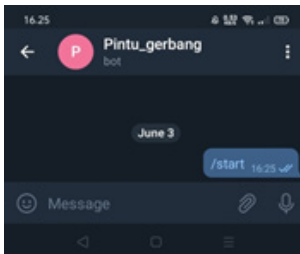
Tampilan aplikasi *Telegram* dengan id @Pintu_gerbang_bot pada *smartphone*, seperti ditunjukkan pada



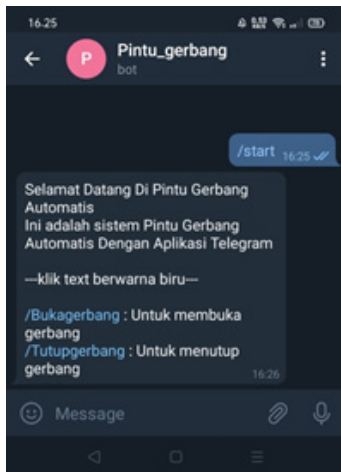
Gambar 14. Tampilan permulaan pada LCD; #a) tampilan permulaan setelah pengaktifan; #b) tampilan mode siaga



#i) tampilan dengan id @Pintu_gerbang_bot pada handphone



#ii) tampilan pada handphone sesaat setelah tombol “RESTART” ditekan



#iii) tampilan pada handphone balasan “RESTART”

Gambar 15. Tampilan aplikasi Telegram dengan id @Pintu_gerbang_bot pada smartphone

Gambar 15.

Berdasarkan Gambar 15 dapat dijelaskan, bahwa untuk pengaktifan kembali, cukup di-klik “RESTART” yang tersedia, maka sistem kirim pesan balasan berupa “RESTART” dengan dua pesan text yang dapat di-klik, yaitu “/Bukagerbang” dan “/Tutupgerbang”.

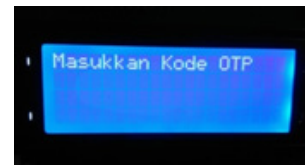
2. Pengoperasian “membuka gerbang”

Uji validasi “membuka gerbang” dengan urutan ketersediaan *smartphone* beraplikasi *Telegram* dan kirim pesan terhadap alat yang dilakukan untuk “membuka gerbang” melalui penekanan pada text “/Bukagerbang” pada aplikasi *Telegram*. Tampilan pada *smartphone* setelah “/Bukagerbang” di-klik dan tampilan pada LCD, seperti ditunjukkan pada Gambar 16.

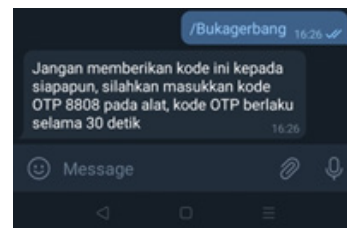
Berdasarkan Gambar 16 ditunjukkan, bahwa maka secara otomatis alat kirim permintaan kode OTP yang dikirimkan ke *smartphone*, pada aplikasi *Telegram* terdapat pesan yang berisi kode OTP untuk dimasukkan melalui *keypad* pada alat, setelah diperoleh kode OTP, maka segera dimasukkan 4 digit kode melalui *keypad*. Untuk



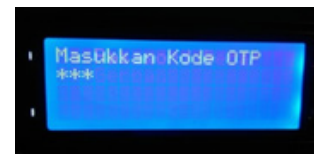
#a) tampilan pada smartphone setelah “/Bukagerbang” di-klik



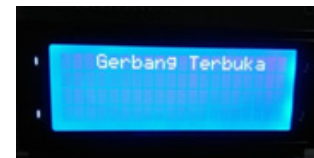
#b) tampilan pada LCD, setelah “/Bukagerbang” ditekan



#c) tampilan pada smartphone berisi kode OTP



#d) tampilan proses penulisan kode OTP



#e) tampilan status pada LCD untuk “Gerbang Terbuka”

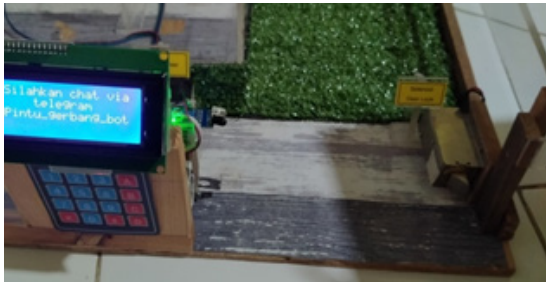
Gambar 16. Tampilan pada smartphone dan LCD untuk pengoperasian “membuka gerbang”

kondisi kode OTP benar, maka pada LCD tertampilkan status “Gerbang Terbuka”. Sesaat kemudian kondisi pintu gerbang dalam kondisi terbuka. Tampilan kondisi pintu gerbang terbuka, seperti ditunjukkan pada Gambar 16.

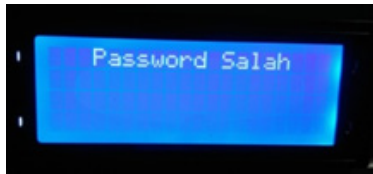
Untuk kondisi dimana kode OTP dimasukkan salah, maka pintu gerbang tidak terbuka dan harus diulangi prosedur dari awal, sedangkan untuk kondisi berbeda jika tidak dimasukkan kode OTP dalam kurun waktu 30 detik. Tampilan pada LCD ketika kode OTP dimasukkan salah dan tidak dimasukkan pada kurun waktu kurang dari 30 detik, seperti ditunjukkan pada Gambar 17.

3. Pengoperasian “menutup gerbang”

Pelaksanaan penutupan pintu gerbang setelah pintu gerbang kondisi terbuka, cukup dilakukan penekanan pada “/Tutupgerbang”, sedangkan untuk kondisi dimana proses



Gambar 16. Tampilan kondisi pintu gerbang terbuka



#i) ketika kode OTP yang dimasukkan salah dan ketika kode OTP tidak dimasukkan pada kurun waktu kurang dari 30 detik

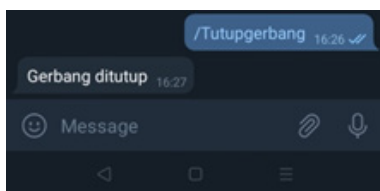


#ii) ketika kode OTP dimasukkan salah dan tidak dimasukkan pada kurun waktu kurang dari 30 detik

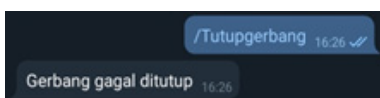
Gambar 17. Tampilan pada LCD ketika kode OTP dimasukkan salah dan tidak dimasukkan pada kurun waktu kurang dari 30 detik

penutupan gerbang terhalangi oleh objek. Tampilan pada *smartphone* berupa pemberian info ke user dan informasi gerbang tidak tertutup, seperti ditunjukkan pada Gambar 18.

Berdasarkan Gambar 18 dapat dijelaskan, bahwa proses penutupan terjadi, sedangkan saat proses penutupan gerbang terhalangi oleh objek dan sensor infra merah yang terdapat pada bagian bawah dan atas gerbang deteksi terhadap hal itu, maka proses penutupan berubah menjadi pembukaan gerbang secara penuh untuk antisipasi terhadap hal yang tidak diinginkan dan sistem kirim informasi ke user.



#a) tampilan berupa pemberian info ke user



#b) tampilan berupa informasi gerbang tidak tertutup

Gambar 18. Tampilan pada *smartphone* berupa pemberian info ke user dan informasi gerbang tidak tertutup

Tabel 2. Perbandingan antara prototipe sebelumnya dan saat ini

Sistem	Waktu (detik)		Sensitivitas Sensor	Fitur Keamanan
	Buka	Tutup		
Sebelumnya	5	13	3 cm	Tidak
Saat Ini	2	2	1 cm	Ya

4. Perbandingan terhadap perangkat terpabrikasi sebelumnya

Keberadaan prototipe sistem ini merupakan bentuk perubahan dari prototipe sebelumnya, sehingga diperlukan perbandingan antara keduanya. Perubahan terhadap prototipe sistem ini, meliputi (i) pemakaian sensor jarak infra merah (sebelumnya ultrasonik dan induktif), (ii) pemasangan modul Wemos D1 (sebelumnya NodeMCU), (iii) pemasangan *internal back-up power*, dan (iv) pemasangan sistem pengaman berupa *one-time password* untuk proses pengoperasian, sehingga diperlukan *keypad* untuk pengetikan *password* (sebelumnya dengan aplikasi REMOTEXY dan perlu *buzzer*). Perbandingan antara prototipe sebelumnya dan saat ini, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dijelaskan, bahwa pemilihan komponen pada prototipe sistem sebelumnya cukup variatif dan lebih banyak jumlahnya, tetapi kurang tepat pada penggunaannya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka dapat disimpulkan sesuai sasaran penelitian. Perangkat terintegrasi dengan format prototipe sistem dilakukan, melalui 4 (empat) pentahapan, sedangkan pemrograman berbasis Arduino IDE untuk aplikasi pengoperasian prototipe sistem, dilakukan juga dengan sejumlah tahapan. Kinerja prototipe sistem diukur berdasarkan uji verifikasi berupa simulasi berbantuan aplikasi Proteus dengan kondisi #1 proses gerbang terbuka dan kondisi #2 proses gerbang tertutup. Uji validasi yang diamati melalui tahapan pemulaian pengoperasian dan proses pengaktifan, dilanjutkan dengan proses pengoperasian “menutup gerbang”, proses pengoperasian “menutup gerbang”, dan perbandingan kinerja dengan perangkat terpabrikasi sebelumnya. Secara keseluruhan, prototipe sistem dapat berfungsi secara maksimal.

Penyampaian rekomendasi untuk penelitian sejenis yang berkaitan pemanfaatan mikrokontroler atau pengontrol lain untuk sebuah prototipe unit kendali pada *smarthome system platform* berbasis jaringan Internet di masa mendatang, yaitu penciptaan salah satu unit kendali yang dapat dioperasikan secara mandiri (sebagai sistem tunggal) dan/atau dapat diintegrasikan ke *smarthome system* yang telah tersedia atau *smarthome system* yang kelak dibangun. Semua perangkat keras maupun perangkat lunak dipilih yang murah dan mudah diperoleh, bersifat *open source*, dan sangat *user friendly*.

REFERENSI

- [1] Texas Instrument. (viewed 30th Jan. 2019). Embedded System Design using TIVA, pp. 12-54. [Online]. Available: <https://www.ti.com/seclit/ml/ssqu017/ssqu017.pdf>
- [2] L. Hardian and A. Goeritno, "Pabrikasi unit kontrol berbasis web pada smarthome system untuk pengoperasian pintu gerbang," *J. Rekayasa Sistem dan Tekno. Infor.*, vol. 5, no. 1, pp. 163-173, Feb. 2021.
- [3] RemoteXY.com. (viewed 20th Jan. 2019). *Editor of Graphical Interface*. [Online]. Available: <https://remotexy.com/en/help/editor/>
- [4] Telegram. (viewed 24th Jun. 2015). *Telegram Bot Platform*. [Online]. Available: <https://telegram.org/blog/bot-revolution>
- [5] B. Brandall. (viewed 16th May 2018). How to Build Your First Telegram Bot: A Guide for Absolute Beginners. [Online]. Available: <https://www.process.st/telegram-bot/>
- [6] N. Anusha, A.D. Sai, and B. Srikar, "Locker security system using facial recognition and One Time Password (OTP)," in *Proc. of Inter. Conf. on Wireless Commun. Signal Proces. and Net.*, 2017.
- [7] Md.A. Hassan, Z. Shukur, and M.K. Hasan, "An improved time-based one time password authentication framework for electronic payments," *Inter. J. of Adv. Comp.Science and App.*, vol. 11, no. 11, pp. 359-366, 2020.
- [8] H.A. Fazry and A. Goeritno, "Sistem minimum dengan battery back-up berbasis mikrokontroler arduino untuk pengoperasian inkubator," *J. Ilmiah SETRUM*, vol. 9, no. 2, pp. 113-126, Dec. 2020.
- [9] E. Dainow, *Understanding Computers, Smartphones and the Internet*, 1st ed. Toronto, CA: CreateSpace, 2018.
- [10] D. Patel. *Introduction Practical PLC (Programmable Logic Controller) Programming*. Munich, Grin Verlag, 2017.
- [11] ATMEL Corporation. (viewed 16th Jan. 2019). 8-bit AVR microcontroller atmega32a datasheet complete [Online]. http://www.atmel.com/Images/Atmel-8155-8-bit-Microcontroller-AVR-ATmega32A_Datasheet.pdf.
- [12] 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.
- [13] A. Goeritno and Y. Herutama, "Prototipe sistem elektronis berbantuan PC untuk pemantauan kondisi pasokan daya listrik," *J. Rekayasa ElektriKa*, vol. 14, no. 2, pp. 96-104, Augt. 2018.
- [14] A. Goeritno and S. Pratama, "Rancang-bangun prototipe sistem kontrol berbasis programmable logic controller untuk pengoperasian miniatur penyortiran material," *J. Rekayasa ElektriKa*, vol. 16, no. 3, pp. 198-206, Dec. 2020.
- [15] S. Tirta, and A. Goeritno, "Simulator berbasis PLC untuk pengaturan lalu-lintas jalan raya pada perlintasan jalur kapal," *J. Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 6, pp. 1007-1016, Dec. 2020.
- [16] M. Wildan, A. Goeritno, and J. Irawan, "Embedded device berbasis PLC pada miniatur konveyor untuk pengoperasian simulator rejection system," *J. Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 301-311, April 2021.
- [17] A.D. Purnomo, A. Goeritno, and D.A. Nugroho, "Simulator proses pengisian dan pemasangan tutup botol terkendali PLC berbantuan miniatur Konveyor," *J. Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 4, pp. 774-782, Augst. 2021.
- [18] D.A. Nugroho., A. Goeritno, and A.D. Purnomo, "Simulator Proses Pengisian dan Pemasangan Tutup Botol Terkendali PLC Berbantuan Miniatur Konveyor," *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 5, pp. 884-895, Oct. 2021.
- [19] R. Riyandar, M. Wildan, A. Goeritno, and J. Irawan, "Pengembangan embedded device berbasis PLC untuk simulator rejection system dengan penambahan human machine interface," *J. Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 6, pp. 1171-1181, Dec. 2021.
- [20] A. Goeritno, D.J. Nugroho, R. Yatim, "Implementasi sensor SHT11 untuk pengkondisian suhu dan kelembaban relatif berbantuan mikrokontroler," in *Proc. Sem. Nas. Sains dan Teknologi*, Jakarta, 2014, pp. 1-13.
- [21] R. Effendi, A. Goeritno, R. Yatim, "prototipe sistem pendeteksiian awal pencemaran air berbantuan sensor konduktivitas dan suhu berbasis mikrokontroler," di *Proc. Sem. Nas. Sains dan Teknologi (Semnastek)*, 2015, pp. 1-6.
- [22] I. Mustofa, A. Goeritno, and B.A. Prakosa, "Prototipe sistem kontrol berbasis mikrokontroler untuk pengaman terhadap gangguan hubung singkat pada otobis," in *Proc. SNTI V-2016 FTI Universitas Trisakti*, Jakarta, 2016, pp. 317-323.
- [23] Sopyandi, A. Goeritno, R. Yatim, "Prototipe sistem pengontrolan berbasis payload data handling berbantu mikrokontroler untuk instalasi listrik rumah tinggal," in *Proc. SNTI V-2016 FTI Universitas Trisakti*, Jakarta, 2016, pp. 331-337.
- [24] B.A. Prakoso, A. Goeritno, and B.A. Prakosa, "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Mikrokontroler ATmega32 untuk Analogi Smart Green House," in *Proc. SNTI V-2016 FTI Universitas Trisakti*, Jakarta, 2016, pp. 338-345.
- [25] S.F. Ginting, A. Goeritno, R. Yatim, "Kinerja sistem pengontrolan berbantuan sensor voice recognition dan mikrokontroler ATmega16 untuk Pengoperasian Aktuator," in *Proc. SNTI V-2016 FTI Universitas Trisakti*, 2016, pp. 359-365.
- [26] A. Goeritno, J. Irawan, and Sopyandi, "Segmentation of load groups on a single phase kwh-meter using the payload data handling system," *Inter. J. of Adv. Research*, vol. 6, no. 7, pp. 415-426, July 2018.
- [27] M.T. Sholehata and A. Goeritno, "Sistem minimum berbasis mikrokontroler ATmega2560 sebagai sistem pengaman pada analogi lemari penyimpanan brankas," *J. Rekayasa ElektriKa*, vol. 14, no. 3, pp. 158-166, Dec. 2018.
- [28] A. Goeritno and M.Y. Afandi, "Designing a security system based-on microcontroller integrated into the immobilizer system," *Inter. J. of Electronics and Commun. Eng.*, vol. 6, no. 8, pp. 1-11, Augst. 2019.
- [29] A. Goeritno and M.Y. Afandi, "Modul elektronika berbasis mikrokontroler sebagai sistem pengaman pada mobil terintegrasi dengan engine immobilizer," *J. Rekayasa ElektriKa*, vol. 15, no. 2, pp. 75-84, Augst. 2019.
- [30] F. Hendrian, Ritzkal, and A. Goeritno, "Penggunaan protokol internet untuk sistem pemantauan pada analogi instalasi listrik fase-3 berbantuan mikrokontroler arduino UNO R3 terkendali melalui smartphone berbasis android," in *Proc. SNRT ke-2 FST-UPH*, 2017, pp. II-103-II-110.
- [31] S. Samsugi, Ardiansyah, and D. Kastutara, "Arduino dan modul Wi-Fi ESP8266 sebagai media kendali jarak jauh dengan antarmuka berbasis android," *J. Teknoinfo*, vol. 12, no. 1, pp. 23-27, Jan. 2018.
- [32] S. Suhendri and A. Goeritno, "Pemantauan energi listrik pada satu kWh-meter fase tunggal untuk empat kelompok beban berbasis metode payload data handling," *J. Rekayasa ElektriKa*, vol. 14, no. 3, pp. 189-197, Dec. 2018.
- [33] I. Setyawibawa and A. Goeritno, "Communication interface adapter berbasis mikrokontroler arduino terkendali sinyal dual tone multi frequency," *J. ELKHA*, vol. 11, no. 1, pp. 19-26, April 2019.
- [34] D. Suhartono and A. Goeritno, "Prototipe sistem berbasis mikrokontroler untuk pengkondisian suhu pada analogi panel

- dengan analogi sistem air conditioning,” *J. Electrics, Electronics, Commun., Controls, Inform., Systems*, vol. 13, no. 1, pp. 22-30, April 2019.
- [35] A. Goeritno, F. Hendrian, and Ritzkal, “Pengendalian lampu pijar pada analogi instalasi listrik fase-tiga melalui smartphone berbasis android berbantuan jaringan Wi-Fi,” *J. Ilmiah SETRUM*, vol. 8, no. 2, pp. 274-286, Dec. 2019.
- [36] A.F. Nasyarudin, Ritzkal, and A. Goeritno, “Prototipe perangkat untuk pemantauan dan pengendalian berbasis web diintegrasikan ke smarhome system,” *Indonesian J. of Electronics and Instrum. Sys.*, vol. 10, no. 2, pp. 167-178, Oct. 2020.
- [37] D. Darussalam, and A. Goeritno, “Pemanfaatan RFID, loadcell, dan sensor infrared untuk miniatur penukaran botol plastik bekas,” *J. Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 281-291, April 2021.
- [38] A. Goeritno, I. Setyawibawa, and D. Suhartono, “Designing a microcontroller-based half-duplex interface device drove by the touch-tone signal,” *J. INFOTEL*, vol. 13, no. 4, pp. 205-215, Nov. 2021.
- [39] A. Goeritno, and I. Setyawibawa, “An Electronic device reviewed by diagnosing on the modules embodiment,” *Inter. J. of Electronics and Commun. Sys.*, vol. 1, no. 2, pp. 1-15, Nov. 2021.
- [40] A. Goeritno and F. Hendryan, “Monitoring dan kendali tegangan jaringan listrik fase-tiga melalui smartphone,” *J. Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 1, pp. 32-40, Feb. 2022.
- [41] S.K. Khadke, “Home appliance control system based on android smartphone,” *J. of Electronics and Commun. Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 67-72, Jun. 2014.
- [42] M.A. Hoque, and C. Davidson, “Design and implementation of an iot-based smart home security system,” *Inter. J. of Net. and Distributed Computing*, vol. 7, no. 2, pp. 85-92, April 2019.
- [43] Y-L. Hsu, P-H. Chou, H-C. Chang, S-L. Lin, S-C. Yang, H-Y. Su, C-C. Chang, Y-S. Cheng, and Y-C. Kuo, “Design and implementation of a smart home system using multisensor data fusion technology,” *Sensors*, vol. 17, no. 7, pp. 1-21, 2017.
- [44] F. Masykur and F. Prasetyowati, “aplikasi rumah pintar (smart home) pengendali peralatan elektronik rumah tangga berbasis web,” *J. Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 51-58, March 2016.
- [45] B.A. Forouzan, *Introduction, to computer programming (College custom series*, 4th ed., New York, NY: McGraw-Hill, 2010, pp. 1-17.
- [46] Administrator. (viewed 29th Jan. 2018). Smart Home Appliances Working Cooperatively without Internet Connection. *Electronics for You website*. [Online]. Available: <https://iot.electronicsforu.com/expert-opinion/smart-home-appliances-working-cooperatively-without-internet-connection/>
- [47] J.S. Cook. (viewed 16th Jun. 2017). Getting started with the WeMos D1 Mini ESP8266 Dev Board. [Online]. Available: <https://www.embeddedcomputing.com/technology/processing/getting-started-with-the-wemos-d1-mini-esp8266-dev-board/>
- [48] WEMOS. (viewed 22rd Jun. 2019). *Wemos Tutorial*. [Online]. Available: https://www.wemos.cc/en/latest/tutorials/d1/get_started_with_arduino_d1.html
- [49] A.M. Al-Ghaili, H. Kasim, M. Othman, and W. Hashim, “QR code based authentication method for IoT applications using three security layers,” *TELKOMNIKA: Telecommunication, Computing, Electronics and Control*, vol. 18, no. 4, pp. 2004-2011, 2020.
- [50] H. Channabasava and S. Kanthimathi, “Dynamic password protocol for user authentication,” In Arai K., Bhatia R., Kapoor S. (eds) *Intelligent Computing. CompCom 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 998, 2019.
- [51] Arduino. (viewed 30th Jan. 2021). *Install the Arduino Software (IDE) on Window PCs*. [Online] Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Windows>.
- [52] Proteus2000, Proteus 2000 Operations Manual. Scott Valley, CA: E-MU Systems, Inc., 1998, pp. 131-164.