

## PURWARUPA EMBEDDED DEVICE BERBASIS CHIP ATMEGA2560 DAN MODUL RFID UNTUK SISTEM PENGUNCIAN

### PROTOTYPE OF THE EMBEDDED DEVICE BASED ON ATMEGA2560 CHIP AND RFID MODULE FOR A LOCKING SYSTEM

Arief Goeritno<sup>\*1</sup>, Muhathir<sup>2</sup>, Yuhefizar<sup>3</sup>, Muchammad Takdir Sholehati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Electrical Engineering Study Program, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor  
Jalan Sholeh Iskandar km.2, Kedungbadak, Tanah Sareal, Kota Bogor 16164, Telepon: 0251-7551570

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia  
Jalan Kolam Nomor 1, Medan Estate, Kota Medan 20112, Telepon: 061-7360168

<sup>3</sup>Program Studi Manajemen Informatika, Politeknik Negeri Padang  
Jalan Kampus, Limau Manis, Kecamatan Pauh, Kota Padang 25164, Telepon: 0751-72590

Diterima: 14 Januari 2021

Direvisi: 18 Februari 2021

Disetujui: 16 Maret 2021

#### ABSTRAK

Keberadaan sistem minimum berbasis mikrokontroler dapat digunakan untuk sistem penguncian bertingkat melalui pabrikan dan perakitan untuk keterwujudan sebuah purwarupa perangkat tertanam berbasis *chip* mikrokontroler AVR ATmega2560 dan modul *Radio Frequency Identification* (RFID). Penetapan sasaran penelitian dilakukan setelah tahapan perancangan dan pembuatan perangkat tertanam, yaitu membuat *motherboard* mini dan mengintegrasikan sejumlah perangkat elektronika dan memrogram sistem mikrokontroler. Sasaran penelitian, yaitu melaksanakan uji verifikasi berupa simulasi dan melakukan uji validasi berupa pengukuran kinerja terhadap purwarupa perangkat tertanam. Metode penelitian dilaksanakan dengan pentahapan, yaitu simulasi dilaksanakan dengan bantuan aplikasi *Proteus* dan pengukuran kinerja dilaksanakan dengan tahapan sesuai urutan pada simulasi. Hasil penelitian berupa simulasi dalam bentuk pemberian 4 (empat) kondisi buatan dan pengukuran kinerja dilakukan juga dalam bentuk pemberian 4 (empat), tetapi dengan kondisi sesungguhnya. Kesimpulan utama penelitian ini berkaitan dengan saat uji verifikasi dan validasi. Pemaksimalan terhadap uji verifikasi wajib ditindaklanjuti dengan uji validasi. Pertama, ketika kartu tidak terdeteksi modul RFID, ketika kartu terdeteksi modul RFID, ketika sistem penguncian dibuka secara paksa dan *buzzer* "ON". Kedua, ketika kartu tidak terdeteksi saat di *tag* pada antena dan ketika sistem penguncian dibuka secara paksa dan *buzzer* "ON", dan kartu terdeteksi saat di *tag* pada antena.

**Kata kunci:** perangkat tertanam, chip ATmega2560, sistem penguncian, industri 4.0

#### ABSTRACT

*The existence of a microcontroller-based minimum system can be used for redundancy security systems through manufacturing and assembly to realize a prototype of an embedded device based on the chip microcontroller of AVR ATmega2560 and Radio Frequency Identification (RFID) module. Determination of research objectives was carried out after the stages of designing and manufacturing embedded devices, namely making mini motherboards and integrating a number of electronic devices, and programming microcontroller systems. The objectives of the research were to carry out verification tests in the form of simulations and to carry out validation tests in the form of performance measurements on prototypes of embedded devices. The research methods were carried out in stages namely, the simulation was carried out with the help of the Proteus application, and performance measurements were carried out in stages according to the sequence of the simulation. The results of the research were in the form of simulations in the form of giving 4 (four) artificial conditions and performance measurements were also carried out in the form of giving 4 (four), but with realistic conditions. The results of the research are the simulation is carried out in the form of providing 4 (four) artificial conditions, and performance measurement was also carried out in the form of giving 4 (four), but with realistic conditions. The main conclusions of this study relate to the verification and validation tests. Maximization of the verification test must be followed up with a validation test. Firstly, when the card was not detected by the RFID module when the card was detected by the RFID module when the locking system was forcibly opened and the buzzer was "ON". Secondly, when the card was not detected when tagged on the antenna and when the locking system was forcibly unlocked and the buzzer was "ON", the card was detected when tagged on the antenna.*

**Keywords:** embedded device, chip microcontroller of AVR ATmega2560, a locking system, industry 4.0.

## PENDAHULUAN

Berbagai upaya dapat dilakukan untuk keberadaan suatu sistem tertanam (*embedded system*) [1] berdasarkan kepada sejumlah gagasan melalui pabrikasi rangkaian elektronika dan perakitan berbagai komponen untuk keterbentukan sistem minimum (*minimum system*) berbasis *chip* atau *Integrated Circuit* (IC) mikrokontroler [2-3] dan dilakukan pabrikasi dalam bentuk modul perangkat elektronika [4-20], atau pemanfaatan secara langsung *Arduino board* [21-39], atau penggunaan komputer personal (*personal computer, PC*) [40], maupun pemakaian pengontrol logika terprogram (*programmable logic controller, PLC*) [41-45] telah menjadi suatu keniscayaan. Salah satu implementasi dari keberadaan sistem minimum berbasis mikrokontroler dapat digunakan untuk sistem penguncian yang bersifat bertingkat (*redundancy*) yang ditempatkan pada setiap tahapan sebuah tempat penyimpanan barang-barang berharga [46]. Penyimpanan barang-barang berharga tersebut memerlukan suatu tempat yang aman dan tidak selalu memunculkan kekhawatiran pemilik [47]. Penjelasan tersebut merupakan alasan pemilihan judul pada penelitian ini dengan tema keterbentukan sebuah perangkat tertanam berbasis *chip* ATmega2560 [2] dan modul RFID [48] untuk sistem penguncian.

Dukungan terhadap keberadaan sebuah *embedded device* pada alinea latar belakang, memerlukan *state-of-the-art* penelitian sebelumnya dan terkait yang meliputi sistem penggerak terhadap sistem aktuator untuk sistem penguncian. Salah satu solusi terkait dengan penyimpanan dalam tempat khusus yang dianggap praktis dan sering digunakan, tetapi hanya mengandalkan sistem penguncian manual melalui sistem penguncian mekanis [49, 50]. Sistem penguncian secara mekanis masih dengan risiko tinggi untuk tingkat keamanan, karena sejumlah kekurangan terkait dengan kemudahan diduplikasi dan tidak terdapat sistem penguncian yang melekat kepada pemilik [46, 49, 50]. Mekanisme sistem penguncian dapat dibuat dan diimplementasikan ke sebuah lemari yang bersifat bertingkat dengan tujuan untuk menciptakan kebingungan terhadap pembobol (*picker*). Pembobolan terhadap mekanisme penguncian (*lock picking*) merupakan segala bentuk upaya yang didasarkan pada kombinasi seni (*art*) dan ilmu pengetahuan (*science*),

sehingga dibutuhkan siasat dan strategi dengan pembedahan (*dissection*) dan uji coba (*trial and error*) [47].

Salah satu perangkat keamanan dengan mekanisme penguncian, yaitu *smart door lock* yang merupakan kunci dengan kepemilikan sistem penguncian lebih canggih dari kunci konvensional yang masih harus menggunakan anak kunci untuk pembuka [49-53]. Perangkat dengan mekanisme penguncian untuk saat ini terdiri atas berbagai hal, mulai dari kamera keamanan hingga kamera bel pintu, sensor intrusi jendela dan pintu, hingga detektor gerakan. Kesamaan dari semua perangkat tersebut, adalah dapat beroperasi bersama-sama untuk kepastian kondisi rumah, orang, dan harta benda dalam kondisi aman dan terlindungi [51]. Keberadaan *keypad, fob enabled, wireless, dan biometric* merupakan sejumlah jenis sensor untuk integrasi dengan *smart door lock* yang tersedia [52, 53]. *Smart lock door* dapat terhubung ke jaringan dan dikontrol dari jarak jauh dari antarmuka *smartphone* atau komputer.

Berdasarkan uraian terkait dengan *state-of-the-art* penelitian sebelumnya dan yang berkaitan erat, maka dibuat modul elektronika berbasis *chip* mikrokontroler AVR ATmega2560 [2] berbantuan sistem *Radio Frequency Identification* (RFID) [48] dan *limit switch* [52], agar dapat digunakan sebagai sistem penguncian. Implementasi terhadap sistem penguncian tersebut, termasuk perangkat di jalur keluaran sistem mikrokontroler, yaitu penggunaan secara langsung perangkat *solenoid* dan *buzzer*. Sistem pengaman terintegrasi ditempatkan pada sebuah analogi lemari penyimpanan barang berharga. Pemilihan terhadap mikrokontroler "Alf-Egil Bogen" dan "Vegard Wollan" dengan arsitektur *Reduced Instruction Set Computing* (RISC) atau dikenal dengan mikrokontroler AVR [2], didasarkan kepada keberadaan mikrokontroler AVR sebagai mikrokontroler standar yang digunakan dalam berbagai aplikasi sesuai kompetensi dan kemungkinan untuk pelaksanaan tugas yang disukai [2, 3].

Berdasarkan latar belakang, tinjauan terhadap *related works*, dan rumusan masalah, maka dibuat uraian tujuan penelitian melalui dua sasaran penelitian (*research objectives*). Sasaran penelitian pertama dengan tahapan berupa (i) perancangan dan pembuatan perangkat tertanam dan (ii) pemrograman sistem mikrokontroler, sedangkan sasaran kedua meliputi (i) uji verifikasi dan (ii) uji validasi.

## BAHAN DAN METODE

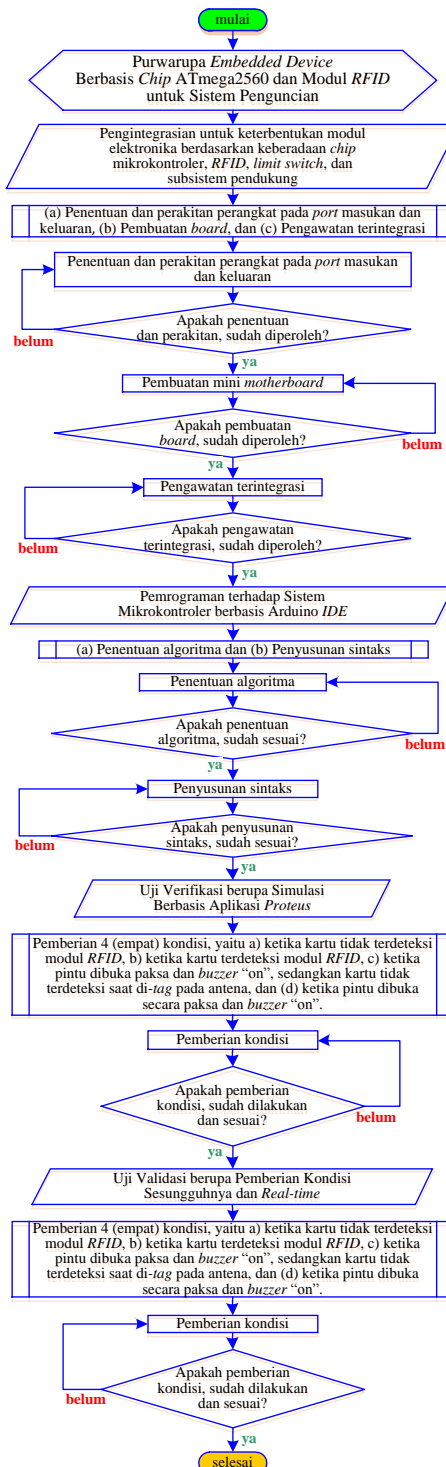
### Bahan

Bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini meliputi perangkat keras dan lunak. Perangkat keras terdiri atas (i) *board* sistem mikrokontroler dengan *chip AVR ATmega2560*, (ii) modul RFID, (iii) *limit switch*, (iv) *solenoid*, (v) *buzzer*, (vi) modul relai, dan *downloader* untuk sistem mikrokontroler. Untuk analogi lemari dibuat dari

bahan *acrylic*. Penggunaan sejumlah aplikasi pada penelitian ini sebagai perangkat lunak, yaitu *Easly Application Graphical Layout Editor (EAGLE)*, *Proteus*, dan *ProgISP*.

### Metode

Metode penelitian dibuat dalam bentuk sebuah algoritma [54, 55], yang diwujudkan dalam bentuk diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



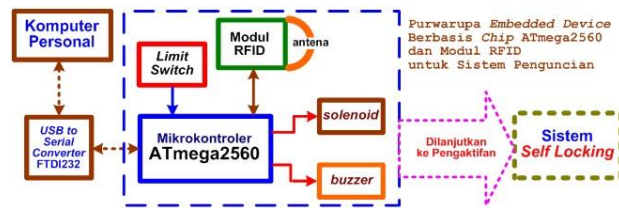
Gambar 1. Metode Penelitian Berbentuk Diagram Alir

Gambar 1 menjelaskan, bahwa perancangan dan pembuatan perangkat tertanam dilaksanakan dengan pengintegrasian komponen elektronika untuk keterbentukan modul elektronika berdasarkan pemilihan terhadap chip mikrokontroler ATmega2560 [2] sebagai pengontrol, modul RFID, *limit switch*, dan subsistem pendukung, dilanjutkan dengan (ii) membuat struktur pemrograman terhadap sistem mikrokontroler ATmega2560 berbasis bahasa pemrograman atau Arduino IDE (Arduino Software) [21], melalui penentuan algoritma dan penyusunan sintaks. Pelaksanaan uji verifikasi dan validasi, meliputi (i) verifikasi melalui

simulasi berbasis aplikasi *Proteus* [60], dan (ii) validasi berupa pengamatan ketika dilakukan pemberian kondisi sesungguhnya dan *real-time*.

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT TERTANAM**

Perancangan sistem tertanam berbasis chip ATmega2560 [2] berbantuan sensor *Radio Frequency Identification (RFID)* [48] dan *limit switch* sebagai sensor di jalur masukan, agar dapat difungsikan sebagai sistem penguncian. Diagram skematis untuk perancangan sistem tertanam ditunjukkan pada Gambar 2.



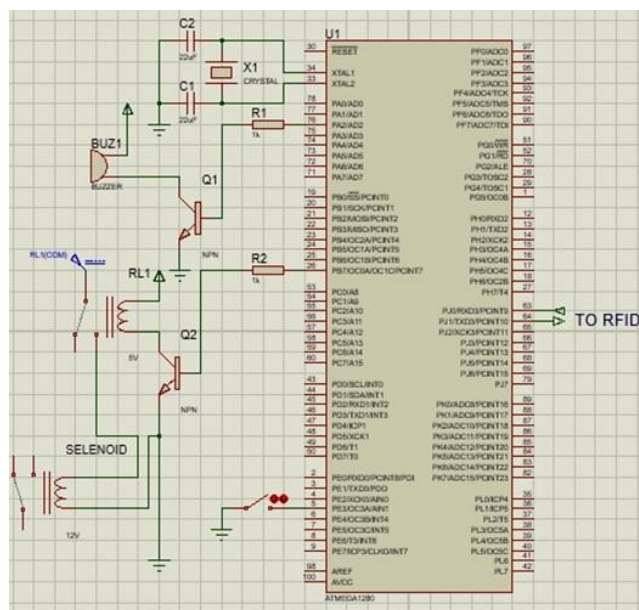
**Gambar 2.** Diagram Skematis untuk Perancangan Sistem Tertanam

**Integrasi untuk Keterbentukan Modul Elektronika**

Integrasi untuk pembentukan modul elektronika, meliputi (i) penentuan dan perakitan perangkat pada jalur masukan dan keluaran, (ii) pembuatan motherboard mini, dan (iii) pengawatan terintegrasi.

**Penentuan dan perakitan perangkat pada port masukan dan keluaran**

Diagram skematis rangkaian sistem mikrokontroler berbasis chip ATmega2560, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

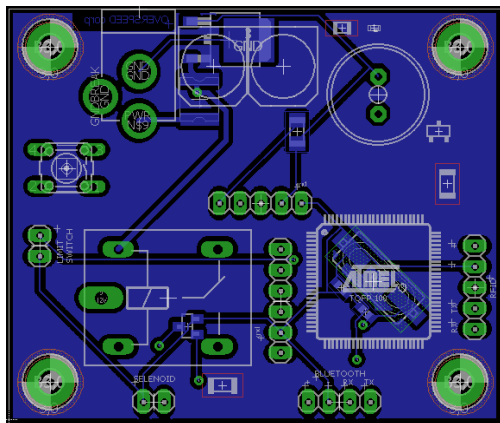


**Gambar 3.** Diagram Skematis Rangkaian Sistem Mikrokontroler Berbasis Chip ATmega2560

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa perolehan diagram skematis rangkaian elektronika merupakan dasar untuk pembuatan *board* tempat sistem mikrokontroler yang ditindaklanjuti dengan pentransferan ke *paper* dan pencetakan pada lempeng *printed circuit board (PCB)*.

### Pembuatan *Motherboard* Mini

Tampilan letakan komponen elektronika dan pembentukan jalur pada *motherboard* mini (penampang sisi bawah), ditunjukkan pada Gambar 4.

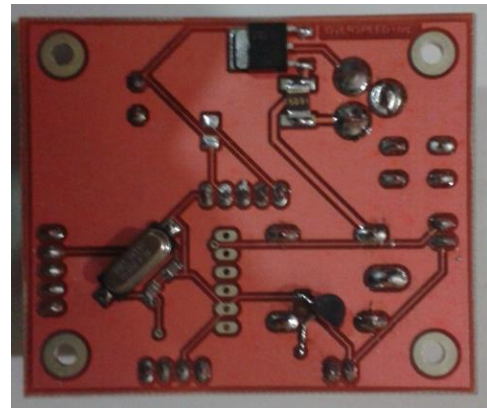


**Gambar 4.** Tampilan Peletakan Komponen Elektronika dan Pembentukan Jalur pada *Motherboard* Mini (Penampang Sisi Bawah)

Berdasarkan Gambar 4 dapat dijelaskan, bahwa penyediaan 4 (empat) *pin* utama pada *motherboard* mini, digunakan untuk kebutuhan jalur masukan sebanyak 2 (dua) *pin* yang terhubung ke sensor *Radio Frequency Identification (RFID)* dan *limit switch* dan kebutuhan jalur keluaran sebanyak 2 (dua) *pin* yang terhubung ke *solenoid* dan *buzzer*. *Pin* data serial terhubung ke mikrokontroler sebagai jalur pemberian perintah pengalamatan pada *pin* data RFID untuk pantauan terhadap data yang masuk. *Pin-pin* yang digunakan pada modul RFID, adalah *GND*, *VCC*, *RX*, dan *TX*. *Pin-pin* tersebut dihubungkan ke *pin-pin* bersesuaian pada mikrokontroler.

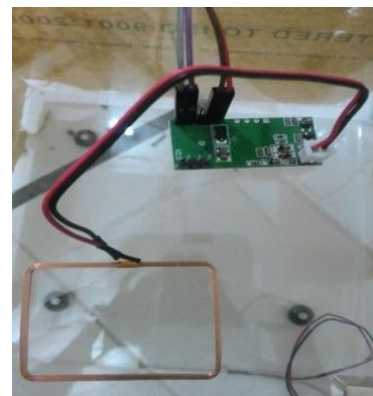
### Pengawatan Terintegrasi

Pengawatan terintegrasi merupakan penyambungan terhadap semua komponen elektronika pada *board*. Penempatan dan pemasangan komponen-komponen elektronika pada sisi bawah, ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Penempatan dan Pemasangan Komponen-Komponen Elektronika pada Sisi Bawah

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada *board* sistem utama tersedia *port* untuk konektor ke masukan (*input*) dan keluaran (*output*) untuk keperluan hubungan ke sistem RFID, *limit switch*, *solenoid*, dan *buzzer*.



**Gambar 6.** Penampang Fisik Sistem RFID Tipe RDM6300

Penampang fisik sistem RFID tipe RDM6300 ditunjukkan pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6 dapat dijelaskan, bahwa keluaran mikrokontroler untuk implementasi ke RFID digunakan untuk pemasukan data melalui jalur TX-RX serial 1. Sistem RFID tipe RDM6300 dengan penggunaan frekuensi 125 kilo hertz dan tegangan 5 *Vdc*. Pengoperasian RFID untuk pemberian perintah kepada *solenoid* untuk pembukaan atau penutupan kunci pada pintu analogi lemari. Modul RFID melalui antena untuk deteksi sebuah kartu sebagai kunci digital guna pembukaan pintu analogi lemari. Hanya satu kartu yang dapat digunakan dan terbaca dengan frekuensi kerja 125 kilo hertz.





Gambar 7. Penampang Fisik *Limit Switch*

Gambar 7 menunjukkan bahwa *limit switch* digunakan sebagai pengontrol yang terhubung pada *port* masukan mikrokontroler pada *pin* PE3 melalui pemasangan resistor secara seri terhadap sumber tegangan 5 Vdc. *Limit switch* terhubung ke *pin* PE3 mikrokontroler dengan pemilihan *normally open* yang salah satu *pin* pada *limit switch* disambungkan ke *ground*, sehingga saat pembukaan pintu analogi lemari kondisi *pin* yang semula *high* menjadi *low*.

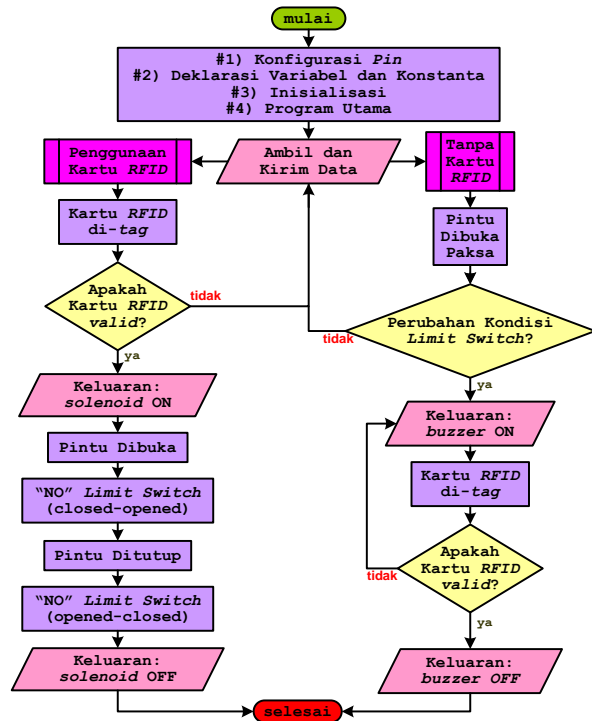


Gambar 8. Bentuk Fisik *Solenoid* Terpasang pada Pintu Analogi Sistem Penguncian

Bentuk fisik *solenoid* terpasang pada pintu analogi sistem penguncian ditunjukkan pada Gambar 8. Gambar 8 menunjukkan bahwa *solenoid* difungsikan sebagai pengunci pada pintu analogi sistem penguncian melalui pengoperasian dengan tegangan 12 Vdc lewat *auxiliary contact* NO pada relai dan terkendali mikrokontroler pada *pin* PB7 berbantuan transistor tipe NPN. Perletakan *buzzer* pada *board* sistem mikrokontroler, yaitu teraktifkan ketika tidak terdapat perintah dari RFID, sedangkan analogi pintu tersebut terbuka.

## Pemrograman terhadap Sistem Mikrokontroler Berbasis Aplikasi Arduino

Diagram alir pemrograman pengoperasian sistem penguncian, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Pemrograman Pengoperasian Sistem Penguncian

Gambar 9 menunjukkan bahwa algoritma digunakan sebagai acuan dalam penulisan struktur sintaks program. Penggunaan bahasa pemrograman Arduino *IDE* (*Arduino Software*) dilakukan terhadap sistem mikrokontroler ATmega2560, agar sistem dapat dioperasikan sesuai tujuan penelitian. Tahapan pemrograman terdiri atas penentuan algoritma dan penulisan struktur sintaks program.

Penulisan struktur sintaks program melalui penyusunan dengan sejumlah tahapan yang meliputi i) konfigurasi *pin*, ii) deklarasi variabel dan konstanta, iii) inisialisasi, iv) program utama, v) ambil dan kirim data, dan vi) keluaran.

### Konfigurasi *pin*

Konfigurasi *pin* merupakan penentuan terhadap *pin* yang digunakan, baik sebagai masukan maupun keluaran. Penentuan *pin* tersebut dijadikan sebagai acuan dalam setiap pengalamatan program pada ATmega2560, baik

untuk sensor RFID, *limit switch*, *solenoid*, maupun *buzzer*.

### Deklarasi variabel dan konstanta

Deklarasi variabel dilakukan untuk pendeklarasian jenis data yang harus dikerjakan. Deklarasi konstanta merupakan pemberian nilai konstanta pada program berdasarkan *datasheet* sensor sebagai masukan terhadap sistem mikrokontroler ATmega2560 untuk penguncian. Deklarasi konstanta langsung disebutkan nilai. Pemakaian tanda titik koma (;) digunakan pada deklarasi konstanta, tidak seperti pada deklarasi variabel dengan penggunaan tanda sama dengan (=).

```
*/
////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
void loop() {
  i="";
  if(Serial.available()>0){
    data = Serial.readString();
    if(data == 'change'){a=0; set();}
  }
  if(Serial3.available()>0){
    baca();
    //Serial.println(i);
    //Serial.println(data_RFID);
    if(i==data_RFID){buka();}
    else{
      digitalWrite(buzz, LOW);
      delay(100);
      digitalWrite(buzz, HIGH);
      delay(100);
      digitalWrite(buzz, LOW);
      delay(100);
      digitalWrite(buzz, HIGH);
    }
    while(Serial3.read()>=0){delay(10);}
  }
  if(digitalRead(1s)==HIGH){buzzer();}
}
void buka(){
  digitalWrite(buzz, LOW);
  delay(100);
  digitalWrite(buzz, HIGH);
  digitalWrite(solenoid, HIGH);
  delay(5000);
  while(digitalRead(1s)==HIGH){digitalWrite(solenoid, HIGH);}
  digitalWrite(solenoid, LOW);
}

void set(){
  Serial.println("ready to change");
  while(a<=14){
    if(Serial3.available()>0){
      i += Serial3.read();
      delay(10);
      a++;
    }
  }
  Serial.println("DONE");
  //Serial.println(i);
  while(Serial3.read()>=0){delay(10);}
  EEPROM.put(0,i);
  EEPROM.get(0,data_RFID);
  Serial.print("your id is save");
  //Serial.println(data_RFID);
}
void buzzer(){
  while(i!=data_RFID){
    digitalWrite(buzz, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(buzz, HIGH);
    delay(100);
    if(Serial3.available()>0){baca();}
  }
}
void baca(){
  a=0;
  while(a<=14){
    if(Serial3.available()>0){
      i += Serial3.read();
      delay(10);
      a++;
    }
  }
}
```

Gambar 10. Tampilan Struktur Sintaks Program untuk Program Utama

### Ambil dan kirim data

Data perintah atau ketentuan yang sesuai dengan masukan pada sensor tersebut dikirim untuk dan selanjutnya digunakan untuk isyarat ke penggerak aktuator.

### Inisialisasi

Inisialisasi merupakan pemberian inisial terhadap program yang dibuat, agar diketahui status setiap perintah pada program. Keberadaan inisialisasi diharapkan dapat untuk penyingkatan perintah pada program selanjutnya.

### Program Utama

Program utama merupakan sumber dari pengontrolan program, karena semua perintah pada program diurutkan dari tampilan awal, pengambilan data, dan penampilan data. Tampilan struktur sintaks program untuk program utama ditunjukkan pada Gambar 10.

### Keluaran

Keluaran program merupakan reaksi yang diakibatkan oleh sinyal masukan ke sistem mikrokontroler dari sensor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

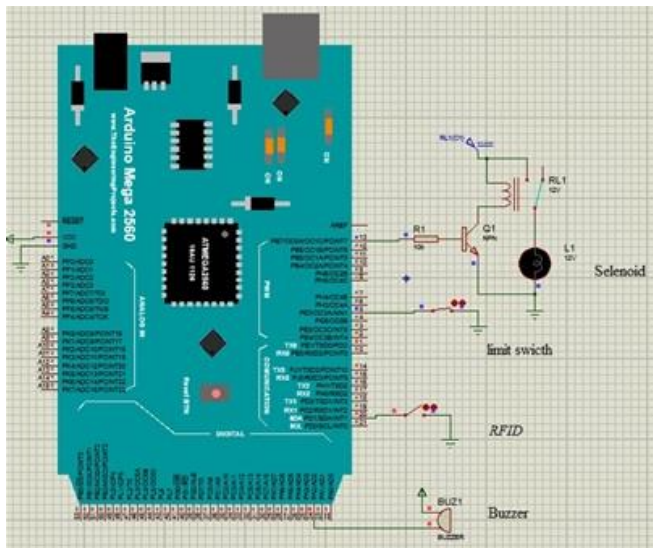
Hasil dan pembahasan disusun berdasarkan pada sasaran penelitian dan tahapan-tahapan pada metode penelitian yang meliputi (i) uji verifikasi berupa simulasi berbasis aplikasi Proteus dan (ii) uji validasi.

### Uji Verifikasi berupa Simulasi Berbantuan Aplikasi Proteus

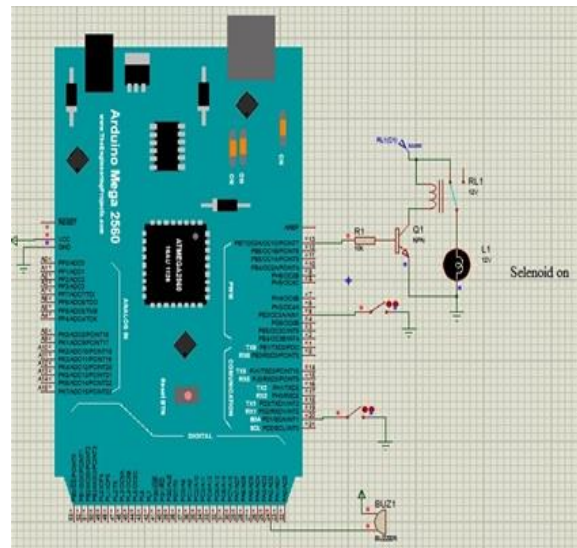
Uji verifikasi terhadap program berbasis Arduino IDE dilakukan melalui simulasi berbantuan aplikasi Proteus. Rangkaian sistem

mikrokontroler terlebih dahulu dirangkai dengan aplikasi Proteus, kemudian program yang sudah dibuat dengan Arduino IDE disusun menjadi bentuk heksa desimal atau bahasa mesin dan di-download-kan ke rangkaian sistem tertanam. Ekuivalensi modul ATmega2560 pada aplikasi Proteus dapat dipilih modul Arduino MEGA2560.

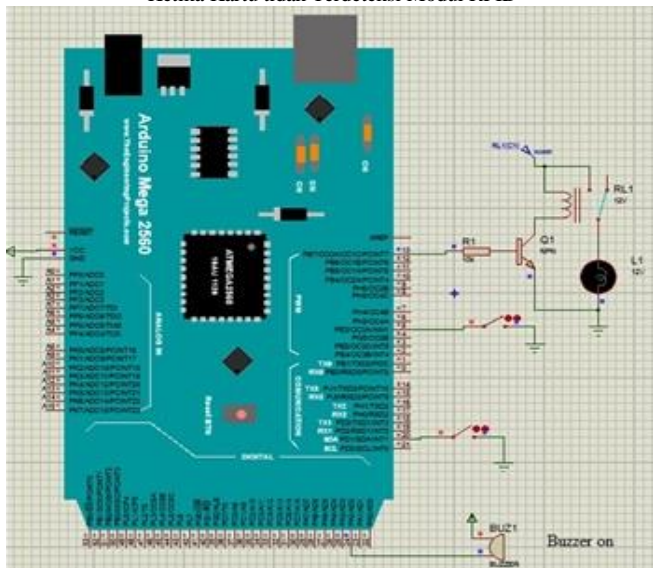
Tampilan hasil simulasi berbantuan aplikasi Proteus terhadap pengkondisian sistem penguncian, ditunjukkan pada Gambar 11.



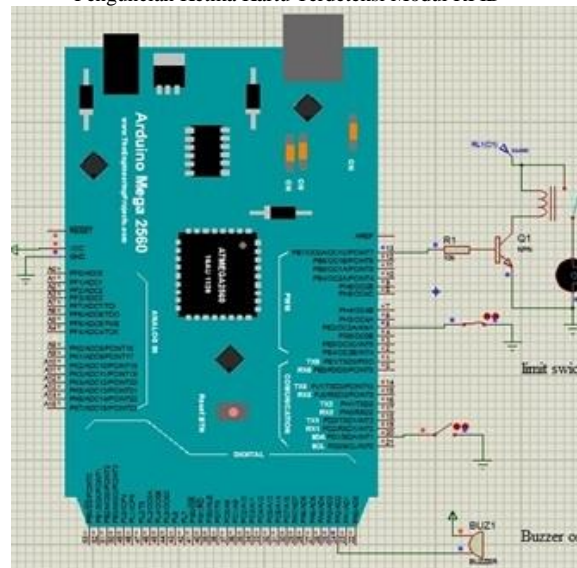
#a) Tampilan Hasil Simulasi Pengkondisian terhadap Sistem Penguncian Ketika Kartu tidak Terdeteksi Modul RFID



#b) Tampilan Hasil Simulasi Pengkondisian terhadap Sistem Penguncian Ketika Kartu Terdeteksi Modul RFID



#c) Tampilan Hasil Simulasi Pengkondisian Ketika Pintu Dibuka Secara Paksa Dan Buzzer Berkondisi "On"



#d) Tampilan Hasil Simulasi Pengkondisian Sistem Ketika Pintu Dibuka Secara Paksa Namun tidak Di-Tag Kembali dengan Kartu RFID

**Gambar 11.** Tampilan Hasil Simulasi Berbantuan Aplikasi Proteus terhadap Pengkondisian Sistem Penguncian



Gambar 11 dijelaskan, bahwa simulasi untuk pengkondisian terhadap sistem penguncian dilakukan dengan cara berikut:

#a) pemberian masukan data terhadap modul RFID berupa sinyal digital, kemudian diteruskan ke sistem mikrokontroler, melalui masukan RX disambungkan ke *pin* 63 mikrokontroler ATmega2560 dan untuk masukan TX disambungkan ke *pin* 64;

#b) penggunaan kartu RFID dilakukan dengan pemberian masukan sinyal pada frekuensi 125 kilo hertz dan hanya dapat berupa pembacaan kartu yang beroperasi pada frekuensi tersebut, RFID diaplikasikan pada 1 (satu) kartu saja untuk pemaksimalan pengamanan, melalui (i) penggunaan komunikasi serial pada RFID yang terhubung dengan serial pada mikrokontroler dengan tegangan sistem 5 Vdc, (ii) keluaran mikrokontroler sebagai pengendali relai untuk pengoperasian *limit switch*, (iii) *pin* yang digunakan pada sensor *limit switch* terletak pada kondisi *normally open* (NO) dan mikrokontroler *pin* PE3 yang dipasang resistor secara seri terhadap 5 Vdc, (iv) *solenoid* beroperasi pada tegangan 12 Vdc, berfungsi sebagai pengunci pada pintu analogi lemari dan *solenoid* difungsikan melalui *switch* NO pada relai yang dikontrol oleh mikrokontroler pada *pin* PB7 melalui transistor jenis npn;

#c) pengoperasian *limit switch* pada mikrokontroler dengan jalur *pin* PE3 difungsikan sebagai (i) masukan yang disetel dengan kondisi *high* dan pada *limit switch* digunakan bagian *normally open* (NO) dengan salah satu bagian pada *limit switch* disambungkan ke *ground* saat pembukaan pintu, (ii) kondisi *pin* pada mikrokontroler yang semula *high* menjadi *low*, sehingga diproses mikrokontroler, (iii) salah satu fungsi sistem untuk penginformasian berupa suara yang dihasilkan oleh *buzzer*, (iv) *buzzer* dengan kondisi aktif pada tegangan operasi 5 Vdc dengan bantuan transistor jenis NPN yang diperintahkan oleh mikrokontroler pada *pin* PA2, dan (v) *Buzzer* aktif ketika tidak terdapat perintah dari RFID, sedangkan pintu analogi lemari penyimpanan brankas terbuka; dan

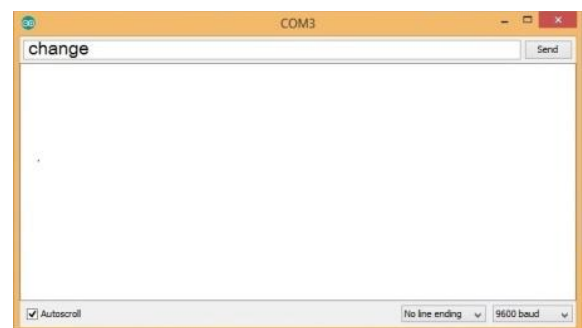
#d) Ketika pintu tertutup berkondisi *high* dan sistem dalam mode *stand by*, sehingga (i) sistem dalam kondisi pemaksimalan keamanan terhadap pintu analogi lemari penyimpanan brankas dan siap untuk penerimaan pembacaan kartu RFID oleh modul RFID, (ii) kondisi pintu

terbuka, maka *limit switch* berkondisi *low* dan sistem dengan pengoperasian pembukaan kunci pada pintu sampai pintu tersebut tertutup kembali, dan (iii) untuk kondisi pintu terbuka paksa tanpa penggunaan RFID, maka *buzzer* beroperasi (dalam kondisi berbunyi) dan terus berbunyi, jika kartu RFID tidak di-*tag* kembali.

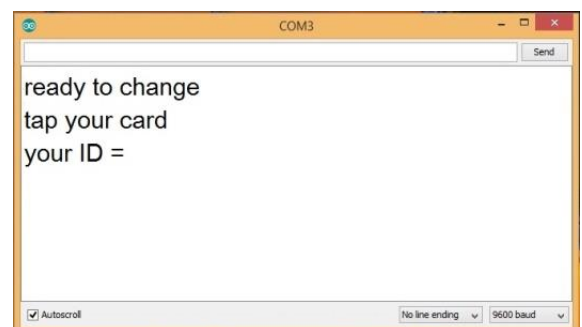
### Uji Validasi berupa Pengukuran Kinerja

Pelaksanaan eksperimental meliputi (i) langkah awal penyimpanan/pergantian kartu di-*tag* terhadap sistem penguncian, (ii) pemantauan terhadap kondisi sistem penguncian, ketika pembacaan kartu dibaca benar oleh sistem.

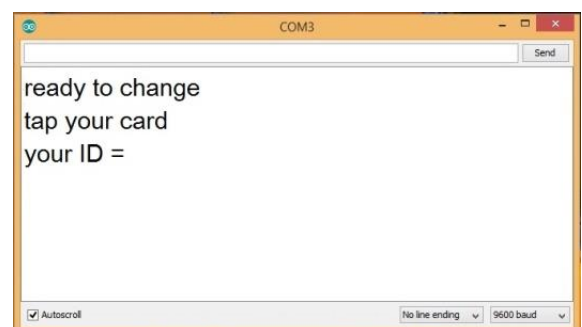
Tampilan hasil pemantauan ketika pembacaan kartu oleh sistem penguncian, seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



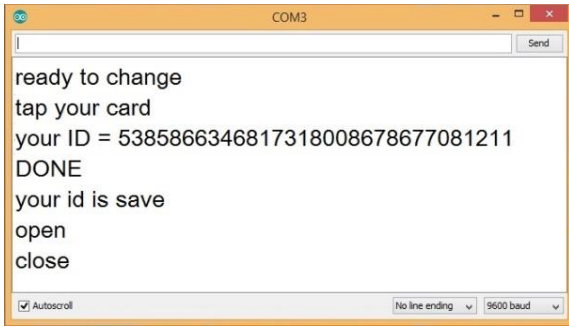
#a) Tampilan hasil penyimpanan awal atau pergantian kartu melalui pen-*tag*-an terhadap sistem Arduino IDE yang ditampilkan pada monitor



#b) Tampilan *ready to change*



#c) Tampilan sistem hasil pembacaan data digital pada kartu RFID



#d) Tampilan pergantian kartu telah diakses



#e) Tampilan kode digital kartu tidak terbaca atau salah

**Gambar 12.** Tampilan Hasil Pemantauan Ketika Pembacaan Kartu oleh Sistem Penguncian

Gambar 12 menjelaskan lima uraian berikut.

#a) Pilihan “change” merupakan langkah awal untuk komentar terhadap ATmega2560 dengan penggunaan *serial monitor* yang terdapat pada Arduino IDE. Komentar ATmega2560 terhadap *personal computer* (PC, komputer personal) dan siap untuk pelaksanaan *scan* kartu RFID baru sebagai kartu pengganti.

#b) Modul RFID telah mengalami perubahan data digital yang dikirim balik oleh kartu RFID berupa kode digital yang terdapat pada kartu RFID dengan kode berbeda-beda melalui pembacaan satu kartu RFID dengan 16 digit angka yang dapat dibaca oleh modul RFID dan data tersebut disimpan di *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM).

#c) Hasil pembacaan data digital pada kartu RFID berupa pembacaan pada modul RFID dan data diterima sama dengan data tersimpan pada EEPROM, maka tertampilkan *solenoid* terbuka.

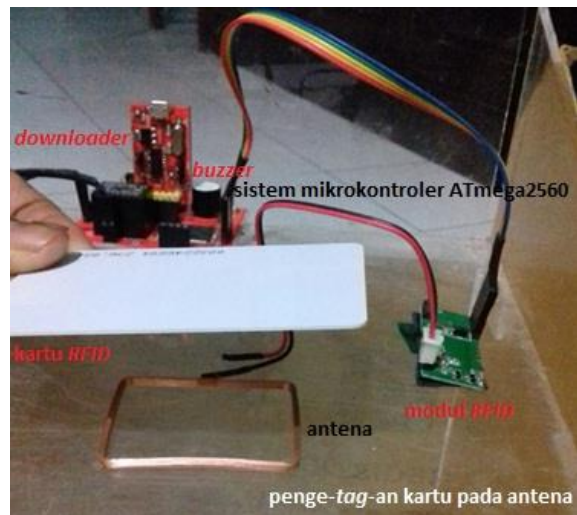
#d) Kartu RFID yang digunakan sebelumnya, kini tidak dapat digunakan kembali, apabila sudah diganti dengan kartu baru. Modul

RFID hanya dapat dengan satu kartu saja sebagai pengoperasian *solenoid* untuk pembukaan sistem penguncian.

#e) Untuk kondisi penggunaan kartu lama, tetapi telah di-tag kembali atau kartu baru, maka tertampilkan kondisi berbeda. Program berbasis Arduino IDE yang telah dibuat dilakukan melalui pembuatan berbagai macam kondisi sesuai parameter yang dibutuhkan, yaitu: (i) data diterima oleh modul RFID dan (ii) kondisi *limit switch* terhadap kondisi sistem penguncian.

### Pemantauan Kondisi Data Diterima oleh Modul RFID

Tampilan pembacaan *ID-card* melalui antena RFID, ditunjukkan pada Gambar 13. Gambar 13 menunjukkan bahwa hasil pengukuran modul RFID berupa angka yang terdiri atas sejumlah digit angka dan data disimpan pada EEPROM.



**Gambar 13.** Tampilan Pembacaan *ID-card* Melalui Antena RFID

Pembacaan data digital yang dikirim balik oleh kartu berupa angka digital yang terdapat pada kartu RFID dengan kondisi, bahwa setiap kartu RFID berciri khas dengan susunan angka-angka berbeda. Tampilan salah satu hasil pengukuran data *ID-card* (kartu RFID) berupa susunan angka-angka, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



**Gambar 14.** Tampilan Salah Satu Hasil Pengukuran Data ID-Card (Kartu RFID) Berupa Susunan Angka-angka

Gambar 14 menjelaskan bahwa setiap pembacaan satu kartu RFID dengan 16 angka yang dapat dibaca oleh modul RFID dan data disimpan di EEPROM, selanjutnya jika terdapat pembacaan pada modul RFID dan data yang diterima sama dengan data tersimpan pada EEPROM, maka *solenoid* terenergikan (*energized*) untuk pembukaan kunci, sedangkan jika data yang tersimpan tidak terbaca, maka *buzzer* tetap berbunyi sampai kartu RFID di *tag* kembali.

#### Pemantauan kondisi limit switch terhadap sistem

Tampilan kondisi *limit switch* terhadap pengamanan pintu brankas, seperti ditunjukkan pada Gambar 15.



**Gambar 15.** Tampilan kondisi *Limit Switch* Terhadap Pengamanan

Gambar 15 menunjukkan bahwa hasil pengukuran dengan pintu tertutup berkondisi *high* dan sistem dalam mode *stand by*, maka dalam mode ini sistem dengan pemaksimalan pengamanan terhadap pintu brankas secara paksa dan siap untuk penerimaan pembacaan kartu RFID oleh modul RFID melalui antena RFID. Kondisi pintu terbuka, maka *limit switch* dalam kondisi *low* dan sistem terus dengan pembukaan kunci pada pintu sampai pintu tersebut tertutup kembali. Untuk kondisi pintu terbuka paksa tanpa penggunaan RFID, maka *buzzer* dalam kondisi berbunyi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sesuai sasaran penelitian. Kesimpulan utama penelitian ini berkaitan dengan saat uji verifikasi dan validasi, yaitu (a) ketika kartu tidak terdeteksi modul RFID, (b) ketika kartu terdeteksi modul RFID, (c) ketika sistem penguncian dibuka secara paksa dan *buzzer* "ON", sedangkan kartu tidak terdeteksi saat di-*tag* pada antena, dan (d) ketika sistem penguncian dibuka secara paksa dan *buzzer* "ON", sedangkan kartu terdeteksi saat di-*tag* pada antena modul RFID. Pemaksimalan terhadap uji verifikasi wajib ditindaklanjuti dengan uji validasi.

### Saran

Saran untuk pengembangan penelitian ini, berupa pengintegrasian purwarupa sistem ini ke dalam mekanisme pantauan secara langsung berbasis *Internet of Things* (IoT).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Texas Instrument. (2017). *Embedded System Design using TIVA*, pp. 12-54. [Online]. Available: <https://www.ti.com/seclit/ml/ssqu017/ssqu017.pdf>, accessed January 30, 2019
- [2] Atmel Corporation. (2014, Feb.). *8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash*. [Online], Available: [http://www.atmel.com/Images/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561\\_datosheet.tor.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datosheet.tor.pdf), accessed January 30, 2017
- [3] IEEE Spectrum. (2017, June 30). *Chip Hall of Fame: Microchip Technology PIC 16C84 Microcontroller*. [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org/chip-hall-of-fame-microchip-technology-pic-16c84-microcontroller>, accessed January 30, 2019

- [4] A. Goeritno, D.J. Nugroho, and R. Yatim, "Implementasi Sensor SHT11 Untuk Pengkondisian Suhu dan Kelembaban Relatif Berbantuan Mikrokontroler," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) ke-1 2014*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 14 November 2014, pp. (TE-009)1-13. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/233/208>, diakses 30 Januari 2016.
- [5] S. Saefurrochman, A. Goeritno, R. Yatim, dan D.J. Nugroho, "Implementasi Sensor Suhu LM35 Berbantuan Mikrokontroler pada Perancangan Sistem Pengkondisian Suhu Ruangan," *Prosiding University Research Colloquium ke-1 2015*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 24 Januari 2015, pp. 147-157. [Online]. Available: <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/5095/17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, diakses 30 Januari 2016.
- [6] R. Effendi, A. Goeritno, dan R. Yatim, "Prototipe Sistem Pendeteksian Awal Pencemaran Air Berbantuan Sensor Konduktivitas dan Suhu Berbasis Mikrokontroler," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) ke-2 2015*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 17 November 2015, pp. (TE-017) 1-6. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/430/396>, diakses 30 Januari 2016.
- [7] I. Mustofa, A. Goeritno, B.A. Prakosa, "Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler untuk Pengaman terhadap Gangguan Hubung Singkat pada Otobis," *Prosiding SNTI V-2016 Universitas Trisakti*, Jakarta, 18 Mei 2016, pp. 317-323.
- [8] S. Sopyandi, A. Goeritno, R. Yatim, "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Payload Data Handling Berbantuan Mikrokontroler untuk Instalasi Listrik Rumah Tinggal," *Prosiding SNTI V-2016 Universitas Trisakti*, Jakarta, 18 Mei 2016, pp. 331-337.
- [9] B.A. Prakosa, A. Goeritno, B.A. Prakosa, "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Mikrokontroler ATmega32 untuk Analogi Smart Green House," *Prosiding SNTI V-2016 Universitas Trisakti*, Jakarta, 18 Mei 2016, pp. 338-345.
- [10] S.F. Ginting, A. Goeritno, R. Yatim, "Kinerja Sistem Pengontrolan Berbantuan Sensor Voice Recognition dan Mikrokontroler ATmega16 untuk Pengoperasian Aktuator," *Prosiding SNTI V-2016 Universitas Trisakti*, Jakarta, 18 Mei 2016, pp. 359-365.
- [11] A. Goeritno, R. Effendi, dan R. Yatim. Implementasi *Contacting Conductivity Sensor* dan *Thermistor* Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Untuk Pendeteksian Awal Kualitas Air," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) ke-2 2015*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 8 November 2016, pp. (TE-018)1-12. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/693/624>.
- [12] A. Goeritno dan I. Mustofa, "Minimum System Berbasis Mikrokontroler ATmega32 untuk Pemantauan dan Tampilan Kondisi Instalasi Kelistrikan Otobis," *Jurnal Ilmiah SETRUM*: vol. 6, no.1, pp. 55-67, Juni 2017, <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/1721>
- [13] A. Goeritno and S. Saefurrochman. "Modul Peranti Elektronika Berbasis Mikrokontroler Untuk Sarana Pembelajaran Sistem Pengontrolan pada Program Studi Teknik Elektronika Sekolah Menengah Kejuruan" *Prosiding the 4th National Conference on Industrial Electrical and Electronics (NCIEE) 2016*, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (Untirta), Cilegon, 12-14 Oktober 2016, pp. 80-90.
- [14] I. Mustofa, A. Goeritno, dan B.A. Prakosa, "Performansi Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Untuk Tampilan Kondisi Instalasi Listrik pada Otobis," *Prosiding the 4<sup>th</sup> National*



- Conference on Industrial Electrical and Electronics (NCIEE) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) Cilegon, 12-14 Oktober 2016*, pp. 100-112.
- [15] A. Goeritno, B.A. Prakoso, dan B.A. Prakosa, "Kinerja Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler Untuk Pemantauan Sejumlah Parameter Fisis pada Analogi Smart Green House," di *Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri (RAPI XV) 2016*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 7 Desember 2016, pp. 70-76. [Online]. Available: [https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/8172/B49\\_Arief%20Goeritno.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/8172/B49_Arief%20Goeritno.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [16] A. Goeritno, S.F. Ginting, R. Yatim, "Pengoperasian Beban Listrik Fase Tunggal Terkendali melalui Minimum System Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Voice Recognition (VR)," *Prosiding SNATIF ke-4 tahun 2017*, Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus, 25 Juli 2017, buku-3, pp. 63-78. [Online]. Available: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1244/862>.
- [17] A. Goeritno, Sopyandi, R. Yatim, "Beban-beban Listrik Terkontrol melalui Minimum System Berbasis Payload Data Handling Berbantuan Mikrokontroler," *Prosiding SNATIF ke-4 tahun 2017*, Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus, 25 Juli 2017, pp. 223-238. [Online]. Available: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1270/882>, diakses 30 Januari 2018.
- [18] A. Goeritno, J. Irawan, and Sopyandi, "Segmentation of Load Groups on a Single Phase kWh-meter Using the Payload Data Handling System," *International Journal of Advanced Research (IJAR)*, vol. 6, no. 7, pp. 415-426, July 2018, [http://www.journalijar.com/uploads/261\\_IJAR-24020.pdf](http://www.journalijar.com/uploads/261_IJAR-24020.pdf), accessed Januari 30, 2019.
- [19] M.T. Sholehati, and A. Goeritno, "Sistem Minimum Berbasis Mikrokontroler ATmega2560 sebagai Sistem Pengaman pada Analogi Lemari Penyimpanan Brankas," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 14, no. 3, pp. 158-166, Desember 2018, <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i3.11649>
- [20] A. Goeritno, dan M.Y. Afandi, "Modul Elektronika Berbasis Mikrokontroler sebagai Sistem Pengaman pada Mobil Terintegrasi dengan Engine Immobilizer," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 15, no. 2, pp. 75-84, Agustus 2019, <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v15i2.12872>
- [21] M. Banzi and M. Shiloh, *Getting Started with Arduino, 3rd ed.* Sebastopol, CA: Maker Media, 2015, pp. 18-22.
- [22] A. Johan, A. Goeritno, dan Ritzkal, "Prototipe Sistem Elektronis Berbasis Mikrokontroler untuk Pemantauan Instalasi Listrik," *Prosiding SNTI V-2016 Universitas Trisakti* 18 Mei 2016, Jakarta Barat, JK, pp. 324-330.
- [23] S. Asyura, A. Goeritno, dan Ritzkal, "Implementasi Sensor LM35 Berbantuan Mikrokontroler untuk Pengkondisian Suhu Ruangan sebagai Upaya Penerapan Efisiensi Energi Listrik," *Prosiding SNTI V-2016 Universitas Trisakti* 18 Mei 2016, Jakarta Barat, JK, pp. 366-372.
- [24] 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," *Proceeding of The 4th National Conference on Industrial Electrical and Electronics (NCIEE) JTE FT UNTIRTA* 12-14 Oktober 2016, Cilegon, BT, pp. 113-124.
- [25] S. Maulana, A.H. Hendrawan, A.E.K. Pramuko, dan A. Goeritno, "Program Aplikasi Berbasis Bahasa C++ untuk Pendeteksi Keberadaan Pelanggaran terhadap Traffic Light," *Proceeding of The 4th National Conference on Industrial Electrical and Electronics (NCIEE) JTE FT UNTIRTA* 12-14 Oktober 2016, Cilegon, BT, pp. 125-137.
- [26] A. Goeritno, Ritzkal, dan A. Johan. (2016, Nov. 8). Pemantauan pada Analogi Instalasi Listrik Fase-Tiga Berbantuan Prototipe Sistem Elektronis Berbasis

- Mikrokontroler Arduino Uno R3, di *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) 2016*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 8 November 2016, pp. (TE-007) 1-9. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/672/637>.
- [27] A. Goeritno, Ritzkal, dan A. Johan, "Kinerja Prototipe Sistem Elektronik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Untuk Pemantauan Analogi Instalasi Listrik," *Jurnal Ilmiah SETRUM*, vol. 5, no.2 Desember 2016, hlm. 94-99, <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/971/772>.
- [28] A.E.K. Pramuko, S. Asura, A. Goeritno, dan Ritzkal, "Pengkondisian Suhu Ruang Berbantuan Sensor LM35 dan Passive Infrared (PIR) Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," *Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi di Industri (SENIATI) 2017*, ITN Malang, 3(1), pp. (A2)1-9, <http://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/766>.
- [29] A. Goeritno, S. Asyura, Ritzkal, A.E.K. Pramuko, B.A. Prakoso, "Minimum System Berbasis Mikrokontroler Berbantuan Sensor *Passive Infrared (PIR)* dan Sensor Suhu LM35 Untuk Pengkondisian Suhu pada Analogi Ruang," *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu VIII*, Universitas Budi Luhur, Jakarta, 22 April 2017, pp. (ICT) 281-293.
- [30] F. Hendrian, Ritzkal, dan A. Goeritno, "Penggunaan Protokol Internet untuk Sistem Pemantauan pada Analogi Instalasi Listrik Fase-3 Berbantuan Mikrokontroler Arduino UNO R3 Terkendali melalui Smartphone Berbasis Android," *Prosiding Seminar Nasional Sains, Rekayasa, dan Teknologi 2017*, Tangerang, 17-18 Mei 2017, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan: Tangerang.
- [31] A. Goeritno, F. Hendrian, dan Ritzkal, "Lampu Pijar pada Analogi Instalasi Listrik Fase-Tiga Terkendali melalui Smartphone Berbasis Android Terhubung Internet Berbantuan Mikrokontroler," *Prosiding SNATIF ke-4 2017 Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus*, 25 Juli 2017, hlm. 45-62, <http://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1243/861>.
- [32] S. Suhendri, dan A. Goeritno, "Pemantauan Energi Listrik pada Satu kWh-meter Fase Tunggal untuk Empat Kelompok Beban Berbasis Metode Payload Data Handling," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 14, no. 3, pp. 189-197, Desember 2018, <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i3.11952>
- [33] I. Setyawibawa, dan A. Goeritno, "Communication Interface Adapter Berbasis Mikrokontroler Arduino Terkendali Sinyal Dual Tone Multi Frequency," *Jurnal ELKHA*, vol. 11, no. 1, pp. 19-26, April 2019, <http://dx.doi.org/10.26418/elkha.v11i1.30374>
- [34] D. Suhartono, dan A. Goeritno, "Prototipe Sistem Berbasis Mikrokontroler untuk Pengkondisian Suhu pada Analogi Panel dengan Analogi Sistem Air Conditioning," *Jurnal EECCIS (Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems)*, vol. 13, no. 1, pp. 22-30, April 2019, <https://jurnaleeccis.ub.ac.id/index.php/eccis/article/view/554/345>
- [35] A. Goeritno, F. Hendrian, dan Ritzkal, "Pengendalian Lampu Pijar pada Analogi Instalasi Listrik Fase-Tiga melalui Smartphone Berbasis Android Berbantuan Jaringan Wi-Fi," *Jurnal Ilmiah SETRUM*, vol. 8, no. 2, hlm. 274-286, Desember 2019, [https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/6977/pdf\\_62](https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/6977/pdf_62).
- [36] A.F. Nasyarudin, Ritzkal, dan A. Goeritno, "Prototipe Perangkat untuk Pemantauan dan Pengendalian Berbasis Web Diiintegrasikan ke Smarthome System," *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentations Systems (IJEIS)*, vol. 10, no. 2, pp. 167-178, October 2020, <https://doi.org/10.22146/ijeis.58316>
- [37] H.A. Fazry dan A. Goeritno, "Sistem Minimum dengan Battery Back-up Berbasis Mikrokontroler Arduino Untuk Pengoperasian Inkubator," *Jurnal Ilmiah SETRUM*, vol. 9, no. 2, pp. 113-126, Desember 2020, [https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/9458/pdf\\_86](https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/9458/pdf_86)

- [38] L. Hardian dan A. Goeritno, "Pabrikasi Unit Kontrol Berbasis Web pada Smarthome System untuk Pengoperasian Pintu Gerbang," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol 5, no. 1, pp.163-173, Februari 2021, <https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2879>
- [39] D. Darussalam, dan A. Goeritno, "Pemanfaatan RFID, Loadcell, dan Sensor Infrared Untuk Miniatur Penukaran Botol Plastik Bekas," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 281-291, April 2021. Available: <http://www.jurnal.iaii.or.id/index.php/RES-TI/article/view/3048/400>
- [40] A. Goeritno dan Y. Herutama, "Prototipe Sistem Elektronis Berbantuan PC untuk Pemantauan Kondisi Pasokan Daya Listrik," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 14, no. 2, hlm. 96-104, Agustus 2018, <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i2.10904>.
- [41] W. Bolton. *Programmable Logic Controllers*, 6<sup>th</sup> ed. Burlington, MA: Newnes, 2015, pp. 1-19.
- [42] D. Patel. *Introduction Practical PLC (Programmable Logic Controller) Programming*. Munich, Grin Verlag, 2017.
- [43] A. Goeritno, and S. Pratama, "Rancang-Bangun Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Controller untuk Pengoperasian Miniatur Penyortiran Material," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 16, no. 3, pp.198-206, Desember 2020, <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v16i3.14905>
- [44] S. Tirta, and A. Goeritno, "Simulator Berbasis PLC untuk Pengaturan Lalu-lintas Jalan Raya pada Perlintasan Jalur Kapal," *Jurnal RESTI*, vol. 4, no. 6, pp.1007-1016, Desember 2020, <https://doi.org/10.29207/resti.v4i6.2668>
- [45] M. Wildan, A. Goeritno, and J. Irawan, "Embedded device berbasis PLC pada miniatur konveyor untuk pengoperasian simulator rejection system," *Jurnal RESTI*, vol. 5, no. 2, pp. 301-311, April 2021, <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2994>
- [46] T. Rubenoff. *How to Choose a Lock that is Bump and Pick Resistant*, 2018 (March 29). [Online]. Available: <https://dengarden.com/security/how-to-choose-a-lock-that-is-resistant-to-key-bumping>, accessed January 30, 2020
- [47] R. Goodman, *4 Locks That Cannot Be Picked*, 2015 (July 31). [Online], Available: <http://united-locksmith.net/blog/4-locks-that-cannot-be-picked>, accessed January 30, 2018
- [48] S. Dardouri, Z. Dakhli, A.Z. Rabenantoandro, and Z. Lafhaj. (2019, May). RFID-Integrated Software Platform for Construction Materials Management" Proceeding of *Modular Offsite Construction (MOC) Summit*, pp. 479-487. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.29173/mocs129>
- [49] M. Mathew and R.S., Divya, "Super secure door lock system for critical zones," Proceeding of *International Conference on Networks & Advances in Computational Technologies (NetACT)*, Trivandrum, July 20-22, 2017, pp. 242-245.
- [50] C-H. Hung, Y-Y. Fanjiang, K-C. Chung, and C-Y. Kao, A door lock system with augmented reality technology," 2017 IEEE 6<sup>th</sup> Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), Nagoya, Japan, 24-27 October 2017, <https://doi.org/10.1109/GCCE.2017.8229462>
- [51] M.S. Hadis, E. Palantei, A.A. Ilham, and A. Hendra, "Design of smart lock system for doors with special features using bluetooth technology," Proceeding of *2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, Yogyakarta, Indonesia, 6-7 March 2018, <https://doi.org/10.1109/ICOIACT.2018.8350767>
- [52] R.M.E. Tama, H. Hermawan, and H.I. Pratiwi, "Rancang Bangun Sistem Kunci Pintu Digital Berbasis Arduino Mega 2560," *Widyakala Journal: Journal of Pembangunan Jaya University*, vol. 5, no. 1, pp. 137-145, September 2018, <https://doi.org/10.36262/widyakala.v5i2.83>
- [53] T. Sugihartono, B. Isnanto, R.R.C. Putra, R. Sulaiman, H.A. Pradana, "Automation Smartlock for Implementing Smarthome Security Using Location Based Service," *Jurnal Telematika*, vol. 14 no. 1, pp. 27-30, 2019, <https://journal.ithb.ac.id/telematika/article/download/259/pdf>

- [54] A. Goeritno, D. Nurmansyah, and Maswan, "Safety instrumented systems to investigate the system of instrumentation and process control on the steam purification system," *International Journal of Safety and Security Engineering*, vol. 10, no. 5, pp. 609-616, October 2020, <https://dx.doi.org/10.18280/ijssse.100504>
- [55] A. Goeritno, I. Nugraha, S. Rasiman, and A. Johan, "Injection current into the power transformer as an internal fault phenomenon for measuring the differential relay performance," *Instrumentation Measure Métrologie.*, vol. 19, no. 6, pp. 443-451, December 2020, <https://dx.doi.org/10.18280/i2m.190605>