



## Pemanfaatan *RFID*, *Loadcell*, dan Sensor *Infrared* Untuk Miniatur Penukaran Botol Plastik Bekas

Darussalam<sup>1</sup>, Arief Goeritno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Instrumentasi dan Otomasi, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

<sup>1</sup>darusraduz@gmail.com, <sup>2\*</sup>arief.goeritno@uika-bogor.ac.id\*

### Abstract

*An embedded system has been fabricated through the use of the RFID module, load cell, and infrared sensor assisted by the Arduino module. The objectives of this study are to design an embedded system and embed applications and measure the performance of the embedded system through validation tests. The research method was carried out for the realization of a miniature structure, the integrated wiring of electronic devices, and making an application based on Arduino software. Achievements during the validation test of the embedded system were carried out through three conditions. Miniature physique as a place for the subsystems of mechanical drive, controller, and the optimization of the layout of each device is an attempt to attain the hardware handshaking through integrated wiring. Acquiring applications is an attempt to attain soft handshaking. Achievement of hardware and software handshaking is carried out during the validation test, namely checking balances, cash withdrawals, and disposing of garbage. The exchange of garbage for money, after there is a high dimensional qualification with the criteria "#3big", "#2medium", or "#1small" and according to the qualifications for the net mass of the bottle with three criteria "29 grams", "19 grams", or "10 gram". Overall, the existence of an embedded system for exchanging plastic garbage can be operated according to the design. The miniature independent platforms can be used as a reference for the construction of independent platforms that have a large capacity and are more integrative, as an effort to safeguard the existence of plastic garbage, especially bottles used for beverage packaging.*

*Keywords: Board of Arduino, embedded system, plastic garbage, RFID-module, sensors of loadcell and infrared.*

### Abstrak

Telah dilakukan pabrikan sebuah sistem tertanam melalui pemanfaatan modul *RFID*, *loadcell*, dan sensor inframerah berbantuan modul Arduino Tujuan penelitian ini, yaitu merancang bangun sebuah sistem tertanam dan menanamkan aplikasi dan mengukur kinerja sistem tertanam melalui uji validasi. Metode penelitian dilakukan untuk realisasi (i) sebuah struktur miniatur, (ii) pengawatan terintegrasi terhadap sejumlah perangkat elektronika, dan pembuatan aplikasi berbasis Arduino software. Uji validasi terhadap sistem tertanam, dilakukan dengan tiga pilihan. Fisis miniatur sebagai tempat untuk subsistem penggerak mekanis, pengontrol, dan optimasi tata letak setiap perangkat elektronika. Pengawatan terintegrasi merupakan upaya untuk ketercapaian rantai jabat-tangan secara perangkat keras. Perolehan aplikasi merupakan upaya untuk ketercapaian kondisi jabat-tangan secara perangkat lunak. Ketercapaian kondisi jabat-tangan secara perangkat keras dan lunak dilakukan saat uji validasi, melalui tiga kondisi, yaitu cek saldo, tarik tunai, dan penguangan sampah. Penukaran sampah dengan uang, setelah terdapat kualifikasi dimensi tinggi dengan kriteria "#3besar", "#2sedang", atau "#1kecil" dan sesuai kualifikasi terhadap massa bersih botol dengan tiga kriteria "29 gram", "19 gram", atau "10 gram". Secara keseluruhan, keberadaan sistem tertanam untuk penukaran sampah plastik botol bekas kemasan minuman dapat dioperasikan sesuai rencana. Miniatur anjungan mandiri dapat digunakan sebagai acuan untuk pembangunan anjungan berkapasitas besar dan lebih integratif, sebagai upaya untuk penjagaan terhadap keberadaan sampah plastik, khususnya botol bekas kemasan minuman.

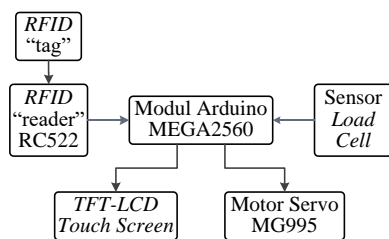
Kata kunci: Modul Arduino, sistem tertanam, sampah plastik, modul *RFID*, sensor *loadcell* dan *infrared*.

### 1. Pendahuluan

Penelitian tentang tempat untuk penerimaan dan pengumpulan sampah berbentuk botol plastik bekas dari

kemasan minuman, melalui proses penimbangan sampah dan terkonversi menjadi uang, telah terpabrikan berupa prototipe mesin botol bank plastik dengan *Radio-Frequency Identification (RFID)* [1]. Port masukan pada

modul Arduino MEGA2560 R3 [2-6], terpasang modul *RFID* [7-9] dan sensor *loadcell* [10, 11]. Sejumlah penelitian juga dengan pemanfaatan *RFID* [12-14] maupun sensor *loadcell* ini [15-17]. Perangkat terpasang pada *port* keluaran di modul Arduino MEGA2560 R3 [2-6], meliputi modul *Tower Pro servo motor SG90* dan 3.2" *Thin Film Transistor Liquid Crystal Display (TFT-LCD) Touch Screen* dan motor servo [1]. Pengukuran kinerja sistem didasarkan kepada hasil pengukuran terhadap sistem Arduino, sistem *RFID*, sensor *loadcell*, motor servo, dan modul *TFT-LCD* dengan pedoman kinerja, bahwa sistem mampu dengan perekaman data *end-user* pada kartu *RFID* dan secara visual rekaman data ditunjukkan pada *LCD* tentang jumlah sampah tertukar dan nominal uang yang dapat dihasilkan [1]. Diagram skematis prototipe mesin botol bank plastik dengan *RFID* [1], seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram skematis prototipe mesin botol bank plastik dengan *RFID*

Teknologi *RFID* merupakan kombinasi keunggulan yang tidak tersedia pada teknologi untuk identifikasi jenis lain, karena keberadaan teknologi untuk identifikasi yang fleksibel, mudah digunakan, dan sangat cocok untuk fungsi-fungsi operasi otomatisasi [7-9]. Keberadaan *RFID* dapat disediakan dalam *device* yang hanya dapat dibaca saja (*read only*) atau dapat dibaca dan ditulis (*read/write*), tidak perlu kontak langsung maupun jalur cahaya untuk dapat beroperasi, dapat berfungsi pada berbagai variasi kondisi lingkungan, dan penyediaan tingkat integritas data yang tinggi. Keunggulan lain teknologi *RFID*, sulit untuk dipalsukan, sehingga *RFID* mampu sebagai sistem dengan penyediaan tingkat keamanan yang tinggi [7-9]. Sistem *RFID* dengan *tag* atau transponder tertempelkan pada suatu objek dengan *serial number*, model, warna, tempat perakitan, dan data lain dari objek tersebut. Saat kondisi *tag* tersebut melalui medan yang dihasilkan oleh pembaca *RFID* yang kompatibel, maka informasi ditransmisikan saat proses *tag* yang terdapat pada pembaca (*reader*) *RFID*, sehingga proses identifikasi objek dapat dilakukan [12-14].

Sensor *loadcell* merupakan sensor terhadap gaya dan tekanan. Saat dikenai gaya atau tekanan, terjadi perubahan bentuk, sehingga sebagai penyebab nilai resistans juga berubah [10, 11]. Sensor *loadcell* dikenal juga sebagai *strain gauge* atau disebut dengan deformasi. *Strain gauge* sebagai pengukur perubahan yang berpengaruh pada *strain* sebagai sinyal listrik,

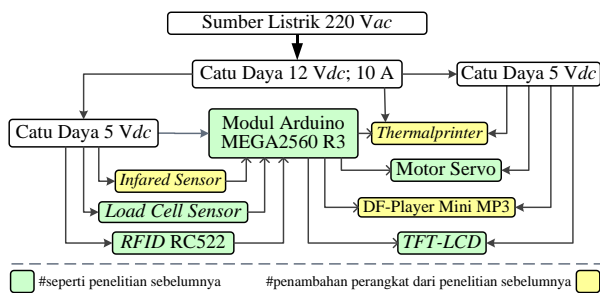
karena perubahan efektif terjadi pada beban resistans kawat listrik [10, 11]. Sensor *loadcell* termanfaatkan berkapasitas maksimal untuk massa sebesar 3 kg (3.000 gram) dan minimal sebesar 0,000298 gram [1]. Sensor *loadcell* merupakan sensor massa dilengkapi dengan modul HX711, yaitu transduser sekaligus konverter analog ke digital (*ADC, Analog to Digital Converter*), yaitu dengan prinsip operasi pengkonversian perubahan resistans ke dalam besaran tegangan [1, 15-17].

Sistem sensor inframerah (*infrared*) merupakan komponen elektronika dengan kemampuan identifikasi cahaya inframerah (*infrared, IR*). Sensor inframerah dibuat khusus dalam satu modul dengan penamaan *IR detector photomodules*. Sebuah *chip* pada *IR detector photomodules* merupakan sebuah *chip* detektor inframerah digital yang di dalamnya terdapat fotodiode dan penguat (*amplifier*) [18-20]. Prinsip dasar pemanfaatan sinar inframerah sebagai media untuk komunikasi data antara *transmitter* dan *receiver*. Sistem beroperasi saat sinar *infrared* terpancarkan dari terhalang oleh suatu benda, sehingga berakibat sinar *infrared* tersebut tidak dapat terdeteksi oleh penerima. Keuntungan atau manfaat dari sistem ini dalam penerapan, sebagai pengendali jarak jauh, *alarm* keamanan, dan otomatisasi pada sistem. Pemancar pada sistem ini terdiri atas sebuah *Light Emitting Diode (LED) infrared* yang dilengkapi dengan rangkaian dengan kemampuan pembangkitan data untuk dikirimkan melalui sinar *infrared*, sedangkan pada bagian penerima terdapat foto transistor, foto diode, atau modul inframerah yang berfungsi untuk penerimaan sinar *infrared* yang dikirimkan oleh pemancar [16].

Pemanfaatan komputer personal untuk pusat pengendalian maupun pengontrolan juga telah termanfaatkan pada penelitian [21], disamping pilihan terhadap modul Arduino MEGA2560 R3 [22-25]. Keberadaan modul atau board Arduino merupakan keberhasilan pemanfaatan dan peran *chip* mikrokontroler [26], terutama *chip* keluarga ATmega dari Atmel [27, 28] termasuk pada penelitian tentang implementasi *chip* mikrokontroler ATmega [29-36, 14, 37-39]. Selain komputer personal (*personal computer, PC*) dan mikrokontroler, peran *Programmable Logic Controller (PLC)* sebagai pusat pengendali maupun pengontrolan telah terbukti andal untuk pengendalian simulator [40, 41]. Berdasarkan tugas dan fungsi modul Arduino tersebut [2-6], maka dirancang bangun tempat penukaran dan penampungan sampah plastik bekas botol untuk kemasan minuman dan berbasis sejumlah perangkat elektronika dengan modul Arduino MEGA2560 R3 [22-25] sebagai pusat pemroses dan pengontrol sebagaimana penelitian-penelitian sebelumnya. Pelaksanaan penelitian ini dan sangat berhubungan dengan implementasi konsepsi lingkungan hijau untuk penjagaan limbah plastik, khususnya plastik bekas botol untuk kemasan minuman.

Pemanfaatan modul Arduino MEGA2560 R3 [2-6, 22-25] dengan pertimbangan, bahwa keberadaan *chip* mikrokontroler ATmega 2560 [27, 28], sehingga diperoleh sejumlah manfaata: (i) *flash memory* 256 kB dan 8 kB digunakan untuk *bootloader*, (ii) *Static Random Access Memory (SRAM)* 8 kB, (iii) *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM)* atau dapat ditulis *E2PROM* sebesar 4 kB, dan (iv) *clock speed* 16 Mega hertz, dan (v) 54 buah *pin* digital yang dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran. Berdasarkan jumlah 54 buah *pin* tersebut, 15 *pin* diantaranya dapat digunakan sebagai keluaran *Pulse Width Modulation (PWM)*, *port* untuk masukan analog berjumlah 16 *pin*, 4 *pin* untuk *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)* [2-6, 22-25] yang berfungsi sebagai *port* serial untuk *hardware*, sebuah *oscillator* kristal 16 Mega hertz, sebuah *jack female* untuk konektor dengan *Universal Serial Bus (USB)*, *jack female* adaptor, dan sebuah tombol *reset* [2-6, 22-25].

Rancang-bangun berupa sebuah miniatur anjungan mandiri untuk penukaran sampah yang terkonversi ke sejumlah nominal uang. Pemanfaatan sejumlah peranti elektronika untuk sistem prasarana dan sarana tempat penerimaan dan pengumpulan sampah botol plastik sebelum disalurkan ke pusat daur ulang botol [1]. Diagram skematis rumusan masalah pada penelitian ini, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram skematis rumusan masalah pada penelitian ini Berdasarkan Gambar 2 dapat dijelaskan, bahwa penelitian ini merupakan bentuk pengembangan dari penelitian sebelumnya, yaitu penambahan sensor inframerah sebagai pendeteksi dimensi tinggi botol di port masukan modul Arduino. Sisi keluaran modul mikrokontroler ditambahkan dua perangkat, yaitu thermalprinter untuk pencetakan hasil konversi penukaran sampah ke nominal uang dan *DF MP3 Mini Player* untuk kemudahan penggunaan anjungan melalui pemutaran suara.

Berpedoman kepada rumusan masalah tersebut, maka ditetapkan tujuan penelitian pada makalah ini, yaitu (i) merancang bangun sistem tertanam (*embedded system*) dan penanaman aplikasi dan (ii) mengukur kinerja sistem tertanam melalui uji validasi. Pengoperasian miniatur anjungan mandiri dikendalikan oleh sistem tertanam berupa pengintegrasian sistem utama dan

pendukung dan ditanamkan aplikasi berbasis Arduino *Integrated Development Environment (IDE)* atau Arduino *IDE* atau Arduino *software* [2-6]. Uji validasi untuk pengukuran kinerja sistem utama dan pendukung melalui pemberian kondisi secara langsung dan waktu nyata (*direct and real time*).

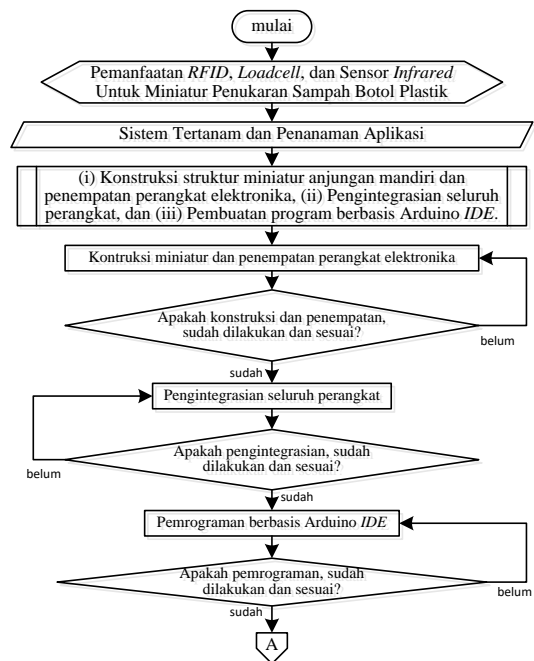
## 2. Metode Penelitian

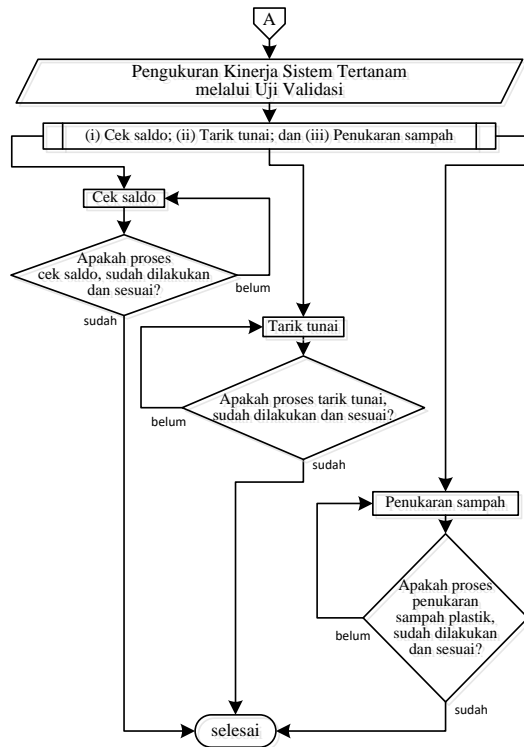
### 2.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan penelitian berupa perangkat keras dan lunak. Perangkat keras diintegrasikan untuk keterbentukan sistem tertanam, melalui pengintegrasian modul Arduino, modul penghubung sejumlah *pin*, sensor-sensor dan relai, modul *TFT-LCD* Nexion, motor servo sebagai penggerak mekanis, *thermal microprinter*, dan modul *DF Player Mini*, dan *switched mode power supply* 12 *Vdc* dan regulator tegangan 12 *Vdc* ke 5 *Vdc*. Penggunaan Arduino *IDE*, sebagai sebuah *software* yang telah disiapkan oleh Arduino bagi para perancang untuk pelaksanaan berbagai proses yang berkaitan dengan pemrograman terhadap modul Arduino [5].

### 2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan algoritma seorang penelitian untuk pelaksanaan penelitian berupa diagram alir. Metode penelitian berbentuk diagram alir, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.





Gambar 3. Metode penelitian berbentuk diagram alir

Berdasarkan Gambar 3 dapat dijelaskan, bahwa keterbentukan sistem tertanam untuk pengoperasian miniatur anjungan mandiri, dilakukan (i) konstruksi struktur miniatur anjungan mandiri dan penempatan perangkat elektronika, (ii) pengintegrasian seluruh perangkat, dan (iii) pembuatan program berbasis *Arduino IDE*. Pengukuran kinerja sistem dengan tiga pilihan menu, yaitu, (a) cek saldo, (b) tarik tunai (pengambilan saldo), dan (c) penukaran sampah plastic dengan sejumlah uang.

Konstruksi struktur, meliputi rangka, penempatan sensor-sensor dan *RFID*, pemasangan *thermal microprinter*, *LCD* Nextion, tempat penentuan kualifikasi botol berbantuan motor servo. Pengintegrasian seluruh perangkat, meliputi pengawatan seluruh komponen subsistem penggerak mekanis dan subsistem pengendali. Pemrograman sistem tertanam berbasis *Arduino IDE*, dimulai dari penentuan algoritma, penyusunan sintaks, dilanjutkan dengan proses *compiling* dan *uploading* terhadap *source code* dari *PC* ke dalam mikrokontroler *Arduino MEGA2560 R3*.

Pengukuran kinerja sistem tertanam untuk pengoperasian miniatur anjungan mandiri dengan tiga pilihan menu, yaitu, (a) cek saldo, (b) tarik tunai (pengambilan saldo), dan (c) penukaran sampah plastik bekas botol kemasan minuman dengan sejumlah uang, setelah dilakukan kualifikasi terhadap dimensi tinggi dengan sensor *infrared* dengan pengelompokan kriteria “#3besar”, “#2sedang”, atau “#1kecil” dan kualifikasi

massa bersih botol kemasan minuman untuk dengan pengelompokan kriteria “29 gram”, “19 gram”, atau “10 gram”.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Sistem Tertanam dan Penanaman Aplikasi

Keterwujudan sistem tertanam dan penanaman aplikasi, dilaksanakan melalui tiga pentahapan, yaitu (i) konstruksi struktur miniatur anjungan mandiri dan penempatan perangkat elektronika, (ii) pengintegrasian seluruh perangkat, dan (iii) pembuatan program berbasis *Arduino IDE*.

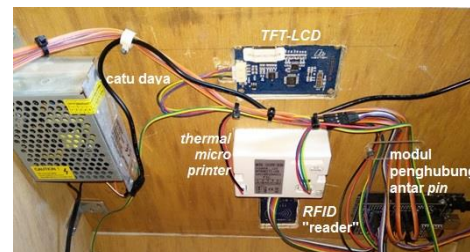
##### #1) Struktur miniatur anjungan mandiri

Miniatur anjungan mandiri berbasis perangkat elektronika untuk penukaran sampah plastik bekas botol kemasan minuman dibagi dalam dua subsistem, yaitu subsistem penggerak mekanis dan subsistem pengontrol. Struktur fisis miniatur anjungan mandiri, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur fisis miniatur anjungan mandiri

Pemasangan sejumlah perangkat elektronika sebagai subsistem penggerak mekanis dan pengendali, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

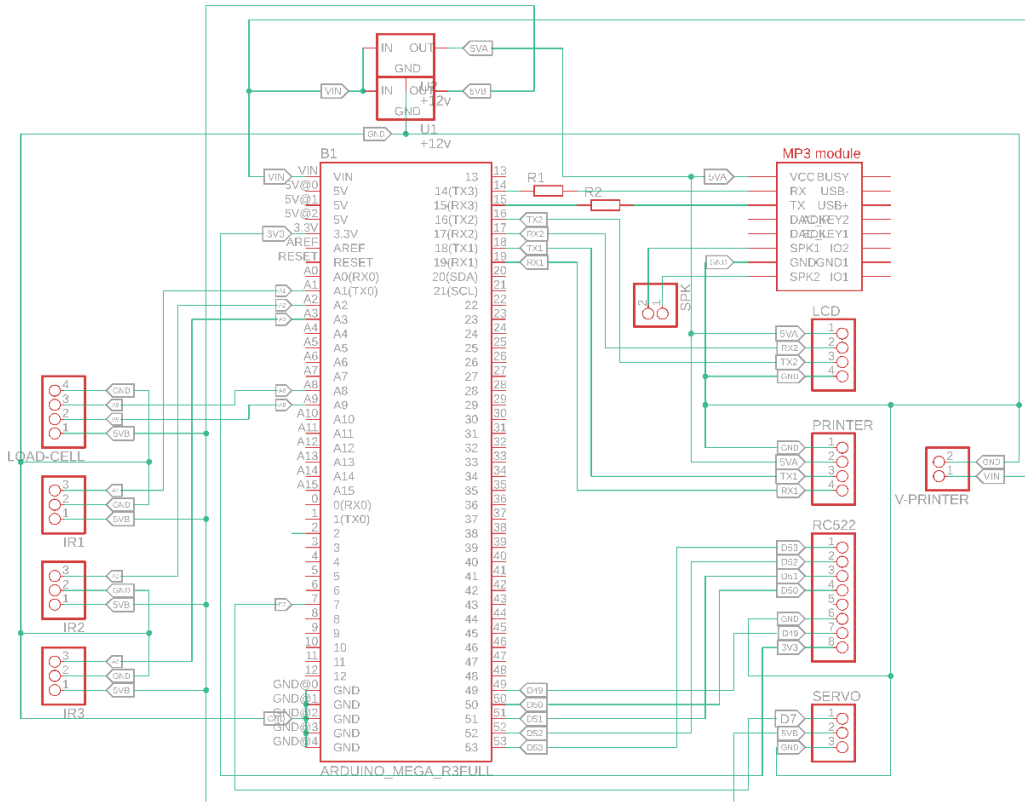


Gambar 5. Pemasangan sejumlah perangkat elektronika sebagai subsistem penggerak mekanis dan pengendali

Penempatan komponen dalam suatu sistem menjadi penentu dalam pencapaian kondisi operasional yang optimum. Setiap komponen beroperasi saling terintegrasi dalam subsistem penggerak mekanis dan pengendali.

##### #2) Pengintegrasian seluruh perangkat

Pengintegrasian perangkat untuk keterbentukan sistem tertanam dilakukan melalui perkabelan. Diagram pengawatan keterhubungan pada *port* masukan dan keluaran modul *Arduino*, seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Keterhubungan antar *pin* masing-masing perangkat, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 6. Diagram pengawatan keterhubungan pada port masukan dan keluaran modul Arduino

Tabel 1. Hubungan antar pin sejumlah modul elektronika dan subsistem pendukung

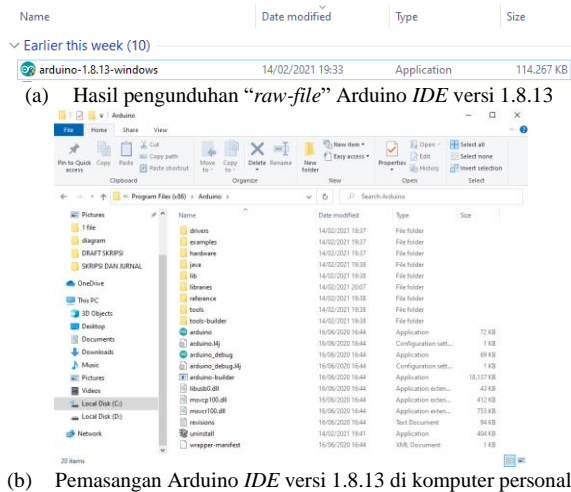
Pin di Modul Arduino	Pin di Modul Loadcell	Pin di Sensor Infrared (kecil)	Pin di Sensor Infrared (sedang)	Pin di Sensor Infrared (besar)	Pin di Motor Servo	Pin di Modul RFID RC522	Pin di Modul Thermal Microprinter	Pin di Modul LCD-Nextion	Pin di Modul MP3
Vin	-	-	-	-	-	-	VCC	-	-
5V	5V	5V	5V	5V	5V	-	5V	5V	5V
3V3	-	-	-	-	-	3V3	-	-	-
GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND
A1	-	DATA	-	-	-	-	-	VCC	COM
A2	-	-	DATA	-	-	-	-	-	-
A3	-	-	-	DATA	-	-	-	-	-
A8	DT	-	-	-	-	-	-	-	-
A9	SCK	-	-	-	-	-	-	-	-
D2	-	-	-	-	-	-	VCC	-	-
D7	-	-	-	-	DATA	-	-	-	-
RX1	-	-	-	-	-	-	TX	-	-
TX1	-	-	-	-	-	-	RX	TX	-
RX2	-	-	-	-	-	-	-	RX	TX
TX2	-	-	-	-	-	-	-	-	RX
RX3	-	TX	-	-	-	-	-	-	-
TX3	-	RX	-	-	-	-	-	-	-
D49	-	-	-	-	-	RST	-	-	-
D50	-	-	-	-	-	MISO	-	-	-
D51	-	-	-	-	-	MOSI	-	-	-
D52	-	-	-	-	-	SCK	-	-	-
D53	-	-	-	-	-	SDA	-	-	-

Berdasarkan Gambar 6 ditunjukkan, bahwa pengawatan komponen-komponen pada sistem tertanam dimulai dengan penghubungan sumber tegangan ac pada switched mode power supply dengan keluaran sebesar 12 Vdc.

### #3) Pemrograman berbasis Arduino IDE

Sejumlah tahapan dalam pelaksanaan pemrograman, yaitu ketersediaan aplikasi melalui pengunduhan raw file dan pemasangan Arduino pada komputer personal (personal computer, PC), penentuan algoritma dan

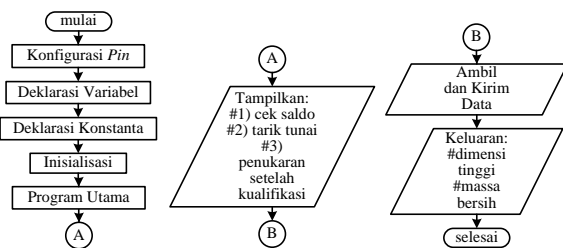
penyusunan sintaks, dan proses compiling dan pengunggahan (*uploading*). Ketersediaan *raw file* Arduino IDE diperoleh dari pengunduhan langsung dari *web* ([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)). Tampilan hasil pengunduhan *raw file* dan pemasangan Arduino IDE versi 1.8.13 pada komputer personal (*personal computer, PC*), seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan hasil pengunduhan "raw-file" dan pemasangan Arduino IDE versi 1.8.13 pada komputer personal

Berdasarkan Gambar 7 dapat dijelaskan, bahwa tahapan setelah Arduino IDE terpasang pada PC, maka langkah lanjutan berupa ekstraksi *raw file* menjadi *driver* yang siap dimanfaatkan.

Tahapan penentuan algoritma dan penyusunan sintaks berbasis bahasa pemrograman C, agar diperoleh sejumlah *source code* sebagai inti pengoperasian modul Arduino. Perolehan algoritma dapat berbentuk diagram alir. Tampilan diagram alir sebagai bentuk penetapan algoritma, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan diagram alir sebagai bentuk penetapan algoritma

Berdasarkan Gambar 8 dapat dijelaskan, bahwa pemrograman mikrokontroler dilakukan dengan pentahapan konfigurasi pin, deklarasi variabel, deklarasi konstanta, inisialisasi, program utama, ambil dan kirim data, dan keluaran. Penjelasan masing-masing tahapan pada algoritma berdasarkan Gambar 8, diawali dari konfigurasi *pin* yang merupakan penentuan *pin* yang digunakan, baik pada jalur masukan maupun keluaran. *Pin-pin* tersebut dijadikan sebagai pedoman dalam setiap pengalaman program pada modul Arduino

MEGA2560 R3, baik untuk sensor-transduser (jalur *input*), maupun pengoperasian relai (jalur *output*).

Tahapan deklarasi variabel dilakukan untuk pendeklarasian jenis data yang harus dikerjakan. Sintaks program untuk deklarasi variabel pada mikrokontroler Arduino MEGA2560 R3, yaitu "string ID", dengan ID1 = "43a2eb14" dan ID2 = "a3d1292". Deklarasi konstanta merupakan pemberian nilai konstanta pada program berdasarkan *datasheet* dari sensor sebagai masukan untuk mikrokontroler. Deklarasi konstanta langsung disebutkan nilai dengan tanda sama dengan (=), bukan dengan tanda titik dua (:), seperti pada deklarasi *variable*. Inisialisasi merupakan pemberian inisial terhadap program, agar keberadaan status dari setiap perintah pada program dapat diketahui. Inisialisasi difungsikan untuk penyingkatan perintah pada program selanjutnya.

Program utama merupakan sumber dari pengendalian program, karena semua perintah pada program diurutkan dari tampilan awal, pengambilan data, penampilan data dan reaksi atau *output* dari program yang dibuat. Sintaks program untuk program utama pada mikrokontroler Arduino MEGA2560 R3 R3, yaitu:

```

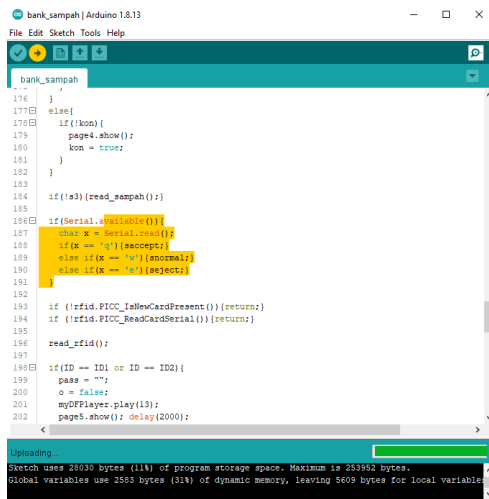
Program Utama
void loop() {
  nexLoop(nex_listen_list);
  if((millis()%6000) < 3000){
    if(kon){
      page2.show();
      kon = false;
    }
  }
  else{
    if(!kon){
      page4.show();
      kon = true;
    }
  }
  if(!s3){read_sampah();}
  // if(Serial.available()){
  //   char x = Serial.read();
  //   if(x == 'q'){saccept;}
  //   else if(x == 'w'){snormal;}
  //   else if(x == 'e'){reject;}
  // }
  if(!rfid.PICC_IsNewCardPresent()){return;}
  if(!rfid.PICC_ReadCardSerial()){return;}
  read_rfid();
  if(ID == ID1 or ID == ID2){
    pass = "";
    o = false;
    myDFPlayer.play(13);
    page5.show(); delay(2000);
    myDFPlayer.play(7);
    page3.show();
    while(!o){nexLoop(nex_listen_list);}
  }
  else{
    myDFPlayer.play(14);
    page6.show();
    delay(3000);
  }
}
  
```

Pengambilan data dilakukan sampai diperoleh perubahan data, maka setelah itu data tersebut dikirim untuk selanjutnya ditampilkan pada layar. Keluaran dari program merupakan reaksi yang diakibatkan dari

sumber atau sensor-transduser untuk selanjutnya ditampilkan pada layar.

#### #4) *Compiling* dan *uploading*

Tahapan *compiling* dan *uploading* terhadap *source code* ke dalam mikrokontroler Arduino Mega merupakan tahapan setelah penentuan algoritma dan penulisan sintaks untuk perolehan sejumlah *source code*. Proses *compiling* dan *uploading* terhadap *source code* ke dalam mikrokontroler dari PC, dilakukan dengan bantuan konektor *USB*. Tampilan proses *compiling* dan *uploading* terhadap *source code* dari PC ke modul Arduino MEGA2560 R3, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan proses *compiling* dan *uploading* terhadap *source code* dari PC ke modul Arduino MEGA2560 R3

### 3.2. Kinerja Sistem Tertanam melalui Uji Validasi

Uji validasi terhadap sistem tertanam tempat penukaran sampah plastik bekas botol kemasan minuman dilakukan dengan 3 (tiga) kondisi pilihan menu, yaitu (a) cek saldo dengan pemberian *database*, (b) tarik tunai dengan pemberian saldo dalam *database*, dan (c) penukaran dengan pemberian kondisi pada pengontrol kualifikasi ukuran dimensi tinggi dan massa bersih melalui pelaksanaan untuk perolehan hasil, setelah dilakukan pemasangan dan pembuatan sistem pada Arduino IDE, selanjutnya diperoleh kondisi pelaksanaan pengamatan.

Cek saldo tertampilkan hasil *database*, pengambilan saldo, dan (c) penguangan sampah, setelah pemberian kondisi dimensi tinggi pada kriteria “#3besar”, “#2sedang, dan “#1kecil” dan penyesuaian kualifikasi ukuran dimensi tinggi dengan massa bersih “29 gram”, “19 gram”, dan “10 gram”.

#### #a) Cek saldo

Pembacaan kartu pada *RFID* “reader” untuk penampilan *password*, jika kartu pengguna dikenali dan kemudian tertampilkan pilihan menu cek saldo. Tampilan cek saldo, seperti ditunjukkan Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan proses cek saldo

Berdasarkan Gambar 10 ditunjukkan, bahwa hasil cek saldo berupa pemuatan *database* pada kartu pengguna terdaftar yang tersimpan dalam program selama pelaksanaan penukaran dan sudah tersimpan, kemudian ditampilkan pada layar.

#### #b) Tarik tunai

Pembacaan kartu pada *RFID* “reader” untuk penampilan *password* jika kartu pengguna dikenali dan kemudian menampilkan pilihan menu tarik tunai. Tampilan tarik tunai, seperti ditunjukkan Gambar 11.



Gambar 11 Tampilan proses tarik tunai

Berdasarkan Gambar 11 ditunjukkan, bahwa hasil tarik tunai berupa pemuatan saldo dalam *database* pengguna yang tersimpan pada program dan pelaksanaan pengambilan jumlah saldo pada *database* pengguna, kemudian hasil tercetak oleh *thermal microprinter*,

sesuai keinginan pengambilan dan data pengguna pada *database* terhapus.

#c) Penukaran sampah plastik dengan uang  
Penukaran sampah dengan uang dilakukan setelah pemberian kondisi oleh pengontrol kualifikasi ukuran dimensi tinggi dan massa bersih sampah botol. Kategori dimensi terbagi ke dalam tiga kelas, yaitu #3besar, #2sedang, dan #1kecil. Untuk kategori terimbang massa bersih sampah botor, juga terbagi ke dalam tiga kelas, yaitu #29 gram, #19 gram, dan #10 gram.

#(1)Penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan ukuran dimensi tinggi

Penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan ukuran dimensi tinggi menggunakan sensor *infrared* yang dikelompokan kepada kondisi, kriteria “#3besar”, “#2sedang”, atau “#1kecil”.

#(a) Penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan ukuran dimensi tinggi kriteria “#3besar”

Hasil penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan ukuran dimensi tinggi kriteria “#3besar”, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan ukuran dimensi tinggi kriteria “#3besar”

Jenis pengamatan	:	kondisi ukuran dimensi tinggi kriteria kecil sensor #1 ON, sensor #2 ON dan sensor #3 ON
------------------	---	--

Kondisi sistem anjungan mandiri



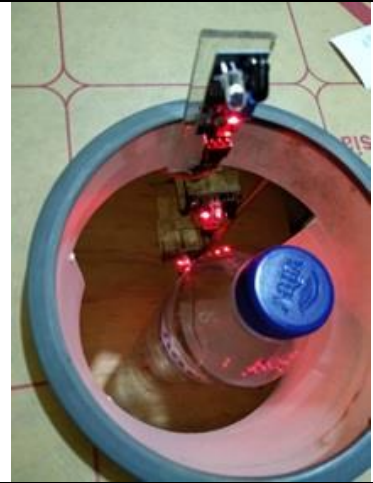
Berdasarkan Tabel 2 ditunjukkan, bahwa ukuran dimensi tinggi kriteria besar sensor *infrared* #3 ON, sensor *infrared* #2 ON, dan sensor *infrared* #1 ON, maka status ditampilkan informasi botol berukuran “besar”.

#(b)Penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan ukuran dimensi tinggi kriteria #2sedang  
Hasil penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan kriteria “#2sedang”, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan kriteria “#2sedang”

Jenis pengamatan	:	kondisi ukuran dimensi tinggi kriteria sedang sensor#1 ON, sensor #2 ON dan sensor #3 OFF
------------------	---	---

Kondisi prototipe sistem anjungan mandiri



Berdasarkan Tabel 3 ditunjukkan, bahwa ukuran dimensi tinggi kriteria besar sensor *infrared* #3 OFF, sensor *infrared* #2 ON, dan sensor *infrared* #1 ON, maka status ditampilkan informasi botol berukuran “sedang”.

#(c) Penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan ukuran dimensi tinggi kriteria #1kecil

Hasil penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan kriteria “#1kecil”, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil penukaran sampah plastik kemasan botol minuman dengan kriteria “#1kecil”

Jenis pengamatan	:	kondisi ukuran dimensi tinggi kriteria kecil sensor#1 ON, sensor #2 OFF dan sensor #3 OFF
------------------	---	---

Kondisi sistem anjungan mandiri



Berdasarkan Tabel 4 ditunjukkan, bahwa ukuran dimensi tinggi kriteria besar sensor *infrared* #3 ON, sensor *infrared* #2 OFF, dan sensor *infrared* #1 ON, maka status ditampilkan informasi botol berukuran “kecil”.

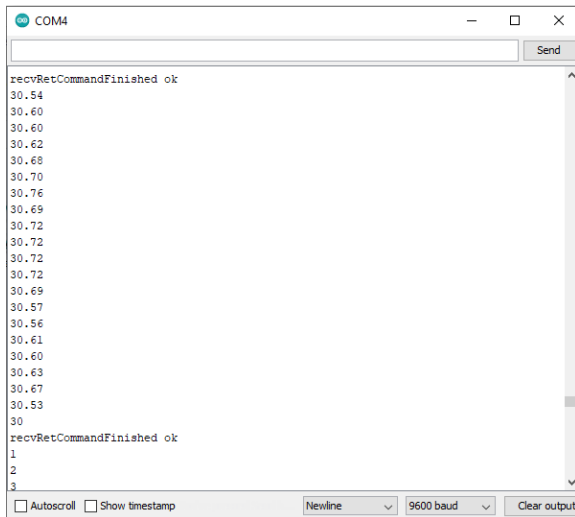


#(2)Penyesuaian kualifikasi ukuran dimensi tinggi dengan berat bersih

Penyesuaian kualifikasi massa bersih dikelompokkan kepada kriteria “29 gram”, “19 gram”, atau “10 gram”.

#(i) Penyesuaian massa bersih “29 gram”

Tampilan pada *LCD* setelah penyesuaian kualifikasi massa bersih kriteria “29 gram”, seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan pada *LCD* setelah penyesuaian kualifikasi massa bersih kriteria “29 gram”

Berdasarkan Gambar 12 dapat dijelaskan, bahwa jenis pengamatan penyesuaian kualifikasi ukuran dimensi tinggi dengan berat bersih terhadap 29 gram, diperlukan pemasangan botol ke dalam plot, sebanyak 20 kali percobaan dengan (massa  $\geq$  29 gram dan massa  $\leq$  35 gram), maka status ditampilkan informasi berat botol berukuran “besar”.

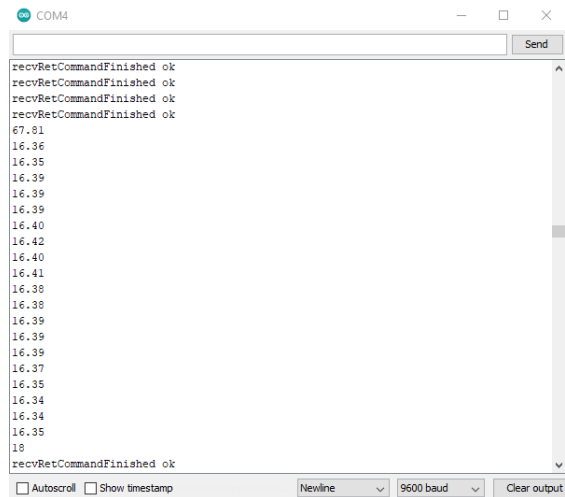
#(ii) Penyesuaian massa bersih “19 gram”

Tampilan pada *LCD* setelah penyesuaian kualifikasi massa bersih kriteria “19 gram”, seperti ditunjukkan pada Gambar 13.

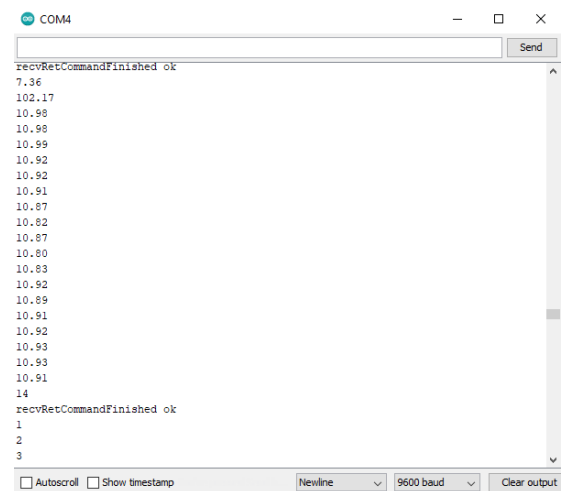
Berdasarkan Gambar 13 dapat dijelaskan, bahwa jenis pengamatan penyesuaian kualifikasi ukuran dimensi tinggi dengan berat bersih terhadap 19 gram, diperlukan pemasangan botol ke dalam plot, sebanyak 20 kali percobaan dengan (massa  $\geq$  15 gram dan massa  $\leq$  21 gram), maka status ditampilkan informasi berat botol berukuran “sedang”.

#(iii) Penyesuaian massa bersih “10 gram”

Tampilan pada *LCD* setelah penyesuaian kualifikasi massa bersih kriteria “10 gram”, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 13. Tampilan pada *LCD* setelah penyesuaian kualifikasi massa bersih kriteria “19 gram”



Gambar 14. Tampilan pada *LCD* setelah penyesuaian kualifikasi massa bersih kriteria “10 gram”

Berdasarkan Gambar 14 dapat dijelaskan, bahwa jenis pengamatan penyesuaian kualifikasi ukuran dimensi tinggi dengan berat bersih terhadap 10 gram, diperlukan pemasangan botol ke dalam plot, sebanyak 20 kali percobaan dengan (massa  $\geq$  10 gram dan massa  $\leq$  14 gr), maka status ditampilkan informasi massa botol berukuran “kecil”.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sesuai tujuan penelitian terkait dengan keterbentukan sistem tertanam dan keterukuran kinerja sistem tertanam melalui uji validasi dengan sejumlah kondisi. Keterbentukan sistem tertanam merupakan keberadaan fisis miniatur anjungan mandiri dan aplikasi tertanam. Fisis anjungan terdiri atas tiga subsistem, yaitu rangka anjungan, subsistem penggerak mekanis, dan subsistem pengontrol. Perolehan subsistem penggerak mekanis dan pengontrol merupakan ketercapaian

*handshaking* secara *hardware*, melalui pengawatan terintegrasi terhadap seluruh komponen. Keseluruhan komponen tersebut, meliputi modul *RFID RC522*, sensor *loadcell*, sensor inframerah, modul Arduino MEGA2560 R3, motor servo MG996R, *thermal microprinter*, *DF mini player MP3*, dan *switched mode power supply 12 Vdc* dan regulator tegangan 12 Vdc ke 5 Vdc. Aplikasi tertanam terpasang pada sistem mikrokontroler berbasis Arduino *IDE*, merupakan ketercapaian *handshaking* secara *software* dengan tahapan, pengunduhan “raw-file”, penentuan algoritma dan penyusunan sintaks, dan keberhasilan *compiling* dan *uploading* untuk *source code* dari komputer personal ke modul Arduino.

Keterukuran kinerja sistem tertanam melalui uji validasi merupakan ketercapaian *handshaking* secara perangkat keras dan lunak. Sistem tertanam pada miniatur anjungan mandiri tempat penukaran sampah plastik bentuk botol bekas kemasan minuman dibuat untuk kondisi (i) cek saldo, (ii) tarik tunai, dan (iii) penukaran sampah dengan sejumlah uang. Pilihan untuk cek saldo dilakukan melalui pembacaan kartu pada *RFID “reader”* untuk tampilan *password*, jika kartu pengguna dikenali dan kemudian ditampilkan pilihan menu cek saldo, termasuk pilihan menu tarik tunai. Pilihan terhadap penukaran sampah dengan sejumlah uang dapat dilakukan setelah keberadaan penyesuaian kualifikasi terhadap dimensi tinggi dengan massa bersih botol bekas. Kualifikasi dimensi tinggi botol bekas terdeteksi oleh sensor *infrared* dengan kriteria “#3besar”, “#2sedang”, dan “#1kecil”, sedangkan kualifikasi terhadap massa bersih botol bekas terdeteksi oleh sensor *loadcell* dengan kriteria “29 gram”, “19 gram”, dan “10 gram”.

Secara keseluruhan, keberadaan miniatur anjungan mandiri untuk penukaran sampah plastik botol bekas kemasan minuman dapat dioperasikan sesuai rancangan terhadap tugas dan fungsi, sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk pembangunan anjungan mandiri berdaya tampung besar dan lebih integratif, sebagai upaya untuk penjagaan terhadap keberadaan sampah plastik, khususnya botol bekas kemasan minuman.

## Daftar Rujukan

- [1] A.R. Aprilia, R. Hidayat, dan A. Wibisono, “Prototipe Mesin Bank Botol Plastik Menggunakan RFID (Radio Frequency Identification),” *Jurnal Autocracy*, vol. 3, no. 2, hlm. 83-94, 2016.
- [2] M. Banzi, *Getting Started with Arduino: the Open Source Electronics Prototyping Platform*, 2<sup>nd</sup> ed. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, 2011, pp. 17-24.
- [3] W. Durfee, *Arduino Microcontroller Guide. Course Material*. Minneapolis: University of Minnesota, 2011. <http://www.me.umn.edu/courses/me2011/arduino/arduinoGuide.pdf>.
- [4] M. Margolis, *Getting Started: Arduino Cookbook*, 2<sup>nd</sup> ed. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, Inc., 2011, pp. 1-21.
- [5] S.F. Barret, *Arduino Microcontroller Processing for Everyone!* 3<sup>rd</sup> ed. San Rafael, CA: Morgan & Claypool, 2013, pp.1-31. <https://doi.org/10.2200/S00522ED1V01Y201307DCS043>
- [6] M. Banzi, and M. Shiloh, *Getting Started with Arduino: the Open Source Electronics Prototyping Platform*, 3<sup>rd</sup> ed. Sebastopol, CA: Maker Media, 2015, pp. 15-22.
- [7] K. Finkenzeller, *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*. 2<sup>nd</sup> ed. (translated by Waddington, R.), Chichester, SXW: John Wiley & Sons Ltd., 2003, pp.1-9.
- [8] M.H. Mickle, L. Mats, and P.J. Hawrylak, “Physics and Geometry of RFID,” in *RFID Handbook: Applications, Technology, Security, and Privacy* (Ahson, S. and Ilyas, M. Eds), Boca Raton, FL: CRC Press, 2008, pp. 3-16.
- [9] K. Finkenzeller, *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*, Third Edition (translated by Muller, D.), Chichester, SXW: John Wiley & Sons Ltd., 2010, pp. 1-9.
- [10] K. DeGlandon. *Selecting the Best Hydraulic Pressure Sensor*. Drilling Instruments. [Online] (updated 25 Jan 2016). Available: <https://www.drillinginstruments.com/resources-blog/2016/01/25/selecting-the-best-hydraulic-pressure-sensor/>. [Accessed 17 March 2018]
- [11] VPG Transducers. *Load Cell Technology*. Load Cells and Weight Modules Technical Note VPGT-01. [Online] (updated 14 Jan. 2015). Available: <http://www.vishaypg.com/docs/11866/vpg-01.pdf>. [Accessed 30 Jan. 2016]
- [12] K.C. Hebran, B. Jusuf, dan Y. Pitoyo, “Prototipe Pensortir Paket Berdasarkan Berat, Volume dan Wilayah Tujuan pada Jasa Pengiriman Berbasis RFID RC522, Arduino Mega 2560, dan Visual Basic,” *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika*, vol. 1, no. 1, hlm. 10-13, 2018.
- [13] A. Mustofa, M. Saleh, dan Syarifurrahman, “Rancang Bangun Sistem Kendali Portal Parkir Menggunakan RFID Berbasis Arduino Mega,” *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, hlm. 1-7, 2018.
- [14] M.T. Sholehati, dan A. Goeritno, “Sistem Minimum Berbasis Mikrokontroler ATmega2560 sebagai Sistem Pengaman pada Analogi Lemari Penyimpanan Brankas,” *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol. 14, no. 3, hlm. 158-166, Desember 2018. <https://doi.org/10.17529/jre.v14i3.11649>
- [15] P.M.N. Manega, E.K. Allo, dan Bahrin, “Rancang Bangun Timbangan Digital dengan Kapasitas 20 kg Berbasis Microcontroller ATmega8535,” *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 6, no. 1, hlm. 57-62, 2017.
- [16] V.M.M. Lusi, A. Warsito, dan A.C. Louk, “Sistem Pengukuran Indeks Massa Tubuh Menggunakan Sensor Jarak Infra Merah dan Load Cell,” *JFISA: Jurnal Fisika Sains dan Aplikasinya*, vol. 3, no. 1, hlm. 43-48, 2018.
- [17] A. Muflihana, D.S. Arief, dan A.S. Nugraha, A.S., 2019. Rancang Bangun Timbangan Digital dengan Keluaran Berat Berbasis Arduino UNO pada Automatic Machine Measurement Mass and Dimension, *Jurnal Online Mahasiswa*, vol. 6, no. 1, hlm. 1-7, 2019.
- [18] H. Dunsky, *Passive Infrared Sensor: A Brief Overview*. In Home Safety Guide. [Online] (updated 6 May 2016). Available: <https://www.inhomesafetyguide.org/passive-infrared-sensors-brief-overview/>. [Accessed 22 June 2018]
- [19] J.S. Cook. *The Right Tool for the Job: Active and Passive Infrared Sensors*. Arrow website. [Online], (updated 11 Sep. 2018) . Available: <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/understanding-active-and-passive-infrared-sensors>. [accessed 22 November 2019]
- [20] D. Jost, *What is an IR sensor?*, Fierce Electronics website. [Online] (updated 29 Jul 2019) Available: [https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-ir-sensor#:~:text=There%20are%20two%20types%20of,\(LED\)%20and%20a%20receiver](https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-ir-sensor#:~:text=There%20are%20two%20types%20of,(LED)%20and%20a%20receiver). [Accessed 23 November 2020]
- [21] 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, 2018. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i2.10904>

- [22] Suhendri, adan 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, hlm.189-197, Desember 2020. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i3.11952>.
- [23] I. Setyawibawa, dan A. Goeritno, "Communication Interface Adapter Berbasis Mikrokontroler Arduino Terkendali Sinyal Dual Tone Multi Frequency," *Jurnal ELKHA (Jurnal Teknik Elektro)*, vol. 11, no. 1, hlm. 19-26, April 2019. <http://dx.doi.org/10.26418/elkha.v11i1.30374>
- [24] 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, hlm. 22-30, April 2019.
- [25] 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, hlm. 163-173, Februari 2021. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2879>
- [26] G. Gridling, and B. Weiss. *Introduction to Microcontrollers*, Courses 182.064 & 182.074, Embedded Computing Systems Group, Institute of Computer Engineering, Vienna University of Technology, Version 1.4 (2007 Feb. 26), pp. 11-88.
- [27] Atmel. *8-bit AVR Microcontroller with 32KBytes In-System Programmable Flash*. San Jose, CA: Atmel Corporation, 2011. <http://www.atmel.com/Images/doc2503.pdf>
- [28] Atmel, *8-bit AVR Microcontroller ATmega32A Datasheet*. San Jose, CA: ATMEL Corporation, 2014. [http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561\\_datasheet.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf).
- [29] D.J. Nugroho, A. Goeritno, dan Muhidin, "Prototipe Sistem Akuisisi dan Kontrol Berbasis Mikrokontroler untuk Studi Eksperimental Pengontrolan Suhu dan Kelembaban Relatif pada Analogi Rak Komputer Server," *Prosiding Seminar Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia 2014*, Bandung, 2 Juni 2014, ITB: Bandung.
- [30] A. Goeritno, D.J. Nugroho, R. Yatim, "Implementasi Sensor SHT11 Untuk Pengkondisian Suhu dan Kelembaban Relatif Berbantuan Mikrokontroler," di *Prosiding Semnastek 2014, Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek ke-1)*, Jakarta, 12 November 2014, Fakultas Teknik - UMJ: Jakarta.
- [31] R. Effendi, A. Goeritno, dan R. Yatim, "Prototipe Sistem Pendeteksian Awal Pencemaran Air Berbantuan Sensor Konduktivitas dan Suhu Berbasis Mikrokontroler," di *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek ke-2)*, Jakarta, 17 November 2015, Fakultas Teknik - UMJ: Jakarta.
- [32] I. Mustofa, A. Goeritno, dan B.A. Prakosa, "Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler untuk Pengaman terhadap Gangguan Hubung Singkat pada Otobis," di *FTI-Usakti, Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) V-2016*, Jakarta, 18 Mei 2016, Fakultas Teknologi Industri - Universitas Trisakti: Jakarta.
- [33] Sopyandi, A. Goeritno, dan R. Yatim, "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Payload Data Handling Berbantu Mikrokontroler Untuk Instalasi Listrik Rumah Tinggal," di *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) V-2016*, Jakarta, 18 Mei 2016, Fakultas Teknologi Industri - Universitas Trisakti: Jakarta.
- [34] B.A. Prakoso, A. Goeritno, dan B.A. Prakosa, "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Mikrokontroler ATmega32 untuk Analogi Smart Green House," di *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) V-2016*, Jakarta, 18 Mei 2016, Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti: Jakarta.
- [35] S.F. Ginting, A. Goeritno, dan R. Yatim, "Kinerja Sistem Pengontrolan Berbantuan Sensor Voice Recognition dan Mikrokontroler ATmega16 untuk Pengoperasian Aktuator," di *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) V-2016*, Jakarta, 18 Mei 2016, Fakultas Teknologi Industri -Universitas Trisakti: Jakarta.
- [36] A. Goeritno, Sopyandi, dan R. Yatim, "Beban-beban Listrik Terkontrol melalui Minimum System Berbasis Payload Data Handling Berbantuan Mikrokontroler," di *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Informatika (SNATIF) ke-4 Tahun 2017*, Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus, hlm. 223-238.
- [37] A. Goeritno, J. Irawan, dan 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://doi.org/10.21474/IJAR01/7378>.
- [38] 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, hlm. 75-84, Agustus 2019. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v15i2.12872>
- [39] B.A. Prakoso, A. Goeritno, dan B.A. Prakosa, "Pemanfaatan Mikrokontroler AVR untuk Pengendalian Sejumlah Parameter Fisis pada Analogi Smartgreenhouse," *Jurnal Ilmiah SETRUM*, vol. 9, no. 1, hlm. 52-59, Juni 2020.
- [40] A. Goeritno, dan S. Pratama, "Rancang-Bangun Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Controller untuk Pengoperasian Miniatur Penyortiran Material," *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol. 16, no. 3, hlm. 198-206, Desember 2020. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v16i3.14905>
- [41] S. Tirta, dan A. Goeritno, "Simulator Berbasis PLC untuk Pengaturan Lalu-lintas Jalan Raya pada Perlintasan Jalur Kapal," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 4, no. 6, hlm. 1007-1016, Desember 2020. <https://doi.org/10.29207/resti.v4i6.2668>