



TUGAS AKHIR - EE 184801

RANCANG BANGUN MESIN PENJUAL ROTI OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Satria Hafizhuddin
NRP 07111440007001

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - EE 184801

**RANCANG BANGUN MESIN PENJUAL ROTI OTOMATIS
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Satria Hafizhuddin
NRP 07111440007001

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - EE 184801

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC
BREAD VENDING MACHINE BASED ON INTERNET OF
THINGS**

Satria Hafizhuddin
NRP 07111440007001

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2019

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “Rancang Bangun Mesin Penjual Roti Otomatis Berbasis *Internet of Things*” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2019



Satria Hafizhuddin
NRP. 0711 14 4000 7001

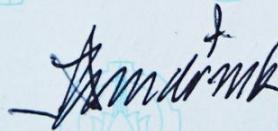
**RANCANG BANGUN MESIN PENJUAL ROTI
OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc.
NIP. 196409021989031003



RANCANG BANGUN MESIN PENJUAL ROTI OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Nama : Satria Hafizhuddin
Pembimbing : Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc

ABSTRAK

Mesin penjual roti otomatis merupakan sebuah alat yang dirancang untuk mempermudah proses jual beli berbagai jenis roti, terutama bagi para penjual yang ingin meningkatkan jumlah penjualan namun terkendala oleh ruang yang terbatas. Mesin penjual roti otomatis ini sudah berbasis *Internet of Thing*, setiap komponen yang merupakan bagian dalam sistem ini terhubung satu sama lain dan mengirimkan data terhadap server sehingga akan mempermudah dalam memonitor dan mengontrol mesin penjual otomatis pada lokasi yang jauh sekalipun, seperti mengetahui ketersediaan roti dan sudah berapa lama roti tersebut berada dalam mesin penjual roti otomatis ini. Untuk mengatur keluarnya roti digunakan motor DC sebagai aktuator untuk mendorong roti yang dihubungkan dengan kawat spiral. mesin penjual roti otomatis ini juga dilengkapi dengan pemanas guna mempertahankan suhu agar roti dapat tetap hangat. Arduino Uno dihubungkan dengan Raspberry Pi untuk menyimpan data sekaligus bertugas mengirimkan data dari setiap aktivitas yang terjadi terhadap server yang telah disiapkan. Alat yang dirancang mempunyai dimensi 30 cm x 40 cm x 60 cm. Setelah dilakukan kalibrasi memiliki keberhasilan mengeluarkan roti sebesar 98,3 % dari 60 kali percobaan. Pengiriman data dari Arduino Uno menuju Raspberry Pi serta proses unggah pada server dan website dibutuhkan waktu ± 3 detik dan untuk mendapatkan email pemberitahuan dibutuhkan waktu ± 4 menit pada saat jaringan internet dan server dalam keadaan baik, terdapat dua skala yang bisa dipilih, yaitu 42°C dan 47°C. dibutuhkan waktu 2 menit 30 detik untuk mencapai suhu 42°C dan 3 menit 30 detik untuk mencapai suhu 47°C dengan suhu awal 27°C. Berdasarkan data pengujian *error* suhu pada sistem yang dibuat tidak pernah lebih dari 2°C dari suhu yang telah di tentukan.

Kata kunci: *Mesin Penjual Otomatis, Internet of Things, Raspberry Pi, Kontrol Suhu*

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC BREAD VENDING MACHINE BASED ON INTERNET OF THINGS

Name : Satria Hafizhuddin
Supervisor : Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc

ABSTRACT

An automatic bread vending machine is a tool designed to simplify the process of buying and selling various types of bread, especially for sellers who want to increase the number of sales but are constrained by limited space. This automatic bread vending machine is based on Internet of Thing, each component which is part of this system is connected to each other and sends data to the server so that it will be easier to monitor and control vending machines even in from long distance, such as knowing the availability of bread and already how long is the bread in this vending machine. To regulate the release of bread, a DC motor which connected to the spiral wire is used as an actuator to push out the bread. This automatic bread vending machine is also equipped with heaters to maintain the temperature so that the bread can stay warm. Arduino Uno is connected to the Raspberry Pi for storing data while also tasked with sending data from every activity that occurs to the server that has been prepared. The tool designed has dimensions of 30 cm x 40 cm x 60 cm. After calibration, the success of pushing out the bread was 98.3% from 60 attempts. Sending data from Arduino Uno to Raspberry Pi and uploading process on servers and websites takes ± 3 seconds and to get notification emails it takes ± 4 minutes when the internet network and server are in good condition, there are two scales that can be chosen, 42°C and 47°C. it takes 2 minutes 30 seconds to reach a temperature of 42°C and 3 minutes 30 seconds to reach a temperature of 47°C with an initial temperature of 27°C. Based on the temperature error test data, the system never made an error more than 2°C from the specified temperature.

Keywords: Vending machine, Internet of Things, Raspberry Pi, Temperatur Control

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkat dan hikmat yang diberikan, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN MESIN PENJUAL ROTI OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*”**, sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan program Strata-Satu di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan dan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak sekali doa, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, ayahanda Drs. H. Ahmad Riyadi, S.S, M.Hum dan ibunda Alm. Hj. Ratnawati S.H. yang tidak pernah lelah dalam mendidik dan memberikan cinta yang tulus dan ikhlas kepada penulis semenjak kecil.
2. Bapak Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng. Sc selaku dosen pembimbing atas gagasan topik tugas akhir serta bimbingan dan arahan untuk penulis selama mengerjakan tugas akhir.
3. Kepada segenap dosen dan staf pegawai Departemen Teknik Elektro ITS.
4. Mauiza Yusra, Arina Nurkhalisah, Ariva Nurzakiah yang telah menjadi saudari-saudari yang menyenangkan sekaligus menyebalkan.
5. Hayatun Thaibah sebagai penyemangat hati dan jiwa yang tiada hentinya.
6. Seluruh keluarga CSSMoRA ITS sebagai keluarga pertama penulis di Surabaya, tempat berkeluh kesah dan tempat kembali saat tiada tempat untuk berteduh.
7. Anggota D14 dengan segala kenangan dan keindahannya.
8. Kepada seluruh pemegang gelar e54 dan segala usaha untuk mendapatkannya.
9. Tim ICHIRO yang luar biasa dengan segala prestasi, terima kasih atas pembelajaran dan jalan-jalan luar negerinya.
10. Kepada penghuni Lab Robot Cerdas yang saya yakin penghuninya tidak kalah cerdas dengan robotnya.
11. Teman-teman bidang studi elektronika yang tidak dapat

disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis selama menjalani perkuliahan di Departemen Teknik Elektro ITS.

Penulis menyadari bahwa masih banyak yang dapat dikembangkan pada tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis menerima setiap masukan dan kritik yang diberikan. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Januari 2019

Satria Hafizhuddin

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan	4
1.7. Relevansi.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Mesin Penjual Otomatis (Vending Machine)	5
2.2. Arduino	6
2.2.1. Pin Power.....	7
2.2.2. Input dan Output	7
2.2.3. Pin Komunikasi	8
2.2.4. Pemrograman	8
2.3. Raspberry PI 2 Model B.....	8
2.4. Sensor Infrared.....	10
2.5. Web Server.....	11
2.6. Motor Servo	12
2.7. MicroSD.....	12
2.8. Web Server Apache	13
2.9. MySQL (My Structure Language)	13
2.10. PHP (Personal Home Page).....	14
2.11. PhpMyAdmin.....	14
2.12. Web Hosting.....	14
2.13. LCD (Liquid Crystal Display)	15
2.13.1. Dasar Teori LCD	15
2.13.2. Prinsip Kerja LCD 16x2.....	16

2.13.3.	Deskripsi Pin LCD 16x2	16
2.14.	I2C	17
2.15.	DHT11	18
2.16.	Tinjauan Pustaka	19
2.16.1.	<i>Smart Vending Machine Based on SMS Gateway for General Transaction</i>	19
2.16.2.	<i>A Wireless Vending Machine System Based on GSM</i>	19
PERANCANGAN SISTEM		21
3.1.	Diagram Blok Sistem	22
3.2.	Perancangan Perangkat Keras	24
3.2.1.	Desain <i>Vending Machine</i>	25
3.2.2.	Pembacaan sensor IR	25
3.2.3.	<i>Push Button</i>	26
3.2.4.	LCD dengan I2C	27
3.2.5.	Motor Servo DS04-NFC <i>Continuous</i>	28
3.2.6.	Raspberry Pi	30
3.2.7.	DHT11 dan Lampu Pijar	30
3.2.8.	Arduino Uno	30
3.3.	Perancangan Perangkat Lunak	30
3.3.1.	Pembacaan Sensor IR	32
3.3.2.	Sistem Pengeluaran Roti	32
3.3.3.	Pembacaan Data Raspberry Pi terhadap Arduino Uno	34
3.3.4.	Server dan Penyimpanan Data	35
3.3.5.	Tampilan Website	35
3.3.6.	Pemberitahuan <i>E-mail</i>	38
3.3.7.	Kontrol Suhu <i>Vending Machine</i>	39
PENGUJIAN DAN ANALISIS		41
4.1.	Pengujian Sensor IR Obstacle	42
4.2.	Pengujian Sistem Pengeluaran Roti	43
4.2.1.	Pengujian Kawat Spiral	43
4.2.2.	Kalibrasi Servo	45
4.2.3.	Pengujian Keberhasilan Mengeluarkan Roti	46
4.3.	Pengujian Penerimaan Data pada Raspberry Pi	46
4.4.	Pengujian Pengiriman Data pada Server dan Website ..	48
4.5.	Pengujian Email Feedback Kepada Penjual	49
4.6.	Pengujian Kontrol Suhu	50
4.7.	Analisa Keseluruhan Sistem	53

PENUTUP.....	55
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN A	59
LAMPIRAN B	65
LAMPIRAN C	69
LAMPIRAN D.....	71
LAMPIRAN E	73
BIODATA PENULIS	75

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Vending Machine.....	5
Gambar 2.2 Arduino UNO.[2]	6
Gambar 2.3 Raspberry PI 2 Model B.[5]	9
Gambar 2.4 Sensor Infrared.[7]	11
Gambar 2.5 Arsitektur Web Server.	11
Gambar 2.6 Servo Continuous DS04-NFC.	12
Gambar 2.7 MicroSD Sandisk.[10].....	13
Gambar 2.8 LCD 16x2[15]	16
Gambar 2.9 LCD modul I2C[17]	17
Gambar 2.10 DHT11 [18]	18
Gambar 3.1. Skema Sistem Keseluruhan.	21
Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem.	23
Gambar 3.3 Bagian depan vending machine.	25
Gambar 3.4 Bagian dalam vending machine.....	25
Gambar 3.5 Antarmuka Sensor IR dengan Arduino Uno	26
Gambar 3.6 Skema Rangkaian Push Button	27
Gambar 3.7 Pendefinisian Pin Push Button pada Arduino	27
Gambar 3.8 Rangkaian LCD 16x2 terhadap I2C	28
Gambar 3.9 Antarmuka LCM1602 I2C dengan Arduino Uno	28
Gambar 3.10 Servo DS04-NFC disambungkan dengan kawat spiral ...	29
Gambar 3.11 Rangkaian Servo terhadap Arduino Uno	29
Gambar 3.12 Skematis Rangkaian Arduino Uno	31
Gambar 3.13 Algoritma vending machine saat dalam keadaan stanbye	32
Gambar 3.14 Flowchart Pengeluaran Roti	33
Gambar 3.15 Flowchart Pembacaan Data pada Rapberry Pi	34
Gambar 3.16 Halaman Login	36
Gambar 3.17 Halaman Utama	36
Gambar 3.18 Stok Barang	37
Gambar 3.19 Laporan Penjualan	37
Gambar 3.20 Penambahan Akun.....	38
Gambar 3.21 Notifikasi E-mail	38
Gambar 4.1 Gambar Realisasi Alat	41
Gambar 4.2 Pengetesan sensor IR obstacle.....	42
Gambar 4.3 Jarak jangkauan sensor yang dibutuhkan	42

Gambar 4.4 Roti Bahan Uji Coba	43
Gambar 4.5 Kawat Spiral 1 mm diameter 5 cm dan 7,5 cm	44
Gambar 4.6 Kawat Spiral 1,6 mm diameter 5 cm dan 7,5 cm	44
Gambar 4.7 Proses Percobaan dan Kalibrasi Servo	45
Gambar 4.8 Pengiriman Data Terhadap Raspberry Pi	47
Gambar 4.9 Uji Coba Website 5 Desember 2018	48
Gambar 4.10 Penampilan Tenggang Waktu Kadaluarsa pada Website ..	49
Gambar 4.11 Pengiriman Email Kepada Penjual.....	49
Gambar 4.12 Lampu 100 Watt, Suhu Diinginkan 47°C.....	51
Gambar 4.13 Lampu 75 Watt, Suhu Diinginkan 47°C.....	51
Gambar 4.14 Lampu 100 Watt, Suhu Diinginkan 42°C.....	52
Gambar 4.15 Lampu 75 Watt, Suhu Diinginkan 42°C.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Uno	6
Tabel 2.2. Deskripsi Pin pada LCD 16x2	16
Tabel 3.1. Spesifikasi Sensor IR	26
Tabel 4.1. Pengujian dan Penetapan Penggunaan Kawat Spiral.....	45
Tabel 4.2. Hasil Kalibrasi Servo DS04-NFC	46
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Pengeluaran Roti.....	46
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kontrol Suhu	50

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB I

PENDAHULUAN

Tugas akhir merupakan suatu penelitian yang dilakukan sebagai persyaratan akademik untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Topik yang akan dibahas pada tugas akhir ini mengenai pemanfaatan *Internet of Things* pada alat *Vending Machine*.

Pada bab ini membahas mengenai hal-hal yang mendahului pelaksanaan tugas akhir. Hal tersebut meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan relevansi.

1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi menuntut agar segala hal yang dilakukan manusia menjadi lebih baik dan termudahkan, termasuk dalam hal jual beli, agar transaksi dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun tanpa mengurangi kualitas dari barang yang di jual.

Vending machine merupakan salah satu dari kemajuan teknologi yang berkembang sangat pesat di era modern ini, di Indonesia sudah begitu banyak vending machine yang dapat kita temukan, namun pada umumnya *vending machine* yang ada di Indonesia hanya menjual minuman sejenis softdrink dalam bentuk kaleng atau botol.

Berkaitan dengan dua hal diatas, penulis berusaha agar dapat terciptanya sebuah *vending machine* yang dapat menjual berbagai jenis roti dalam keadaan yang masih baik dan nyaman untuk di konsumsi di berbagai lokasi. Dalam hal ini, *Internet of Things* berperan dalam mempermudah penjual di berbagai aspek, terutama untuk memonitor keadaan *vending machine* dan juga ketersediaan, serta kelayakan dari roti yang di jual sehingga dapat mempercepat proses penyediaan stok selanjutnya.

Untuk saat ini telah ada beberapa penelitian yang memiliki tujuan yang sama, namun masih dalam bentuk yang berbeda, seperti pada sebuah makalah berjudul *Smart Vending Machine Based on SMS Gateway for General Transaction* oleh S. M. S. Arifin yang dapat melakukan pemantauan mesin penjual otomatis secara online maupun melalui sistem pesan singkat (SMS), hal ini pun tidak jauh berbeda dengan makalah berjudul *A Wireless Vending Machine System Based on GSM* oleh J. Tian

yang sistem kerjanya hamper sama namun berfokus pada pengaturan sistem yang bergantung pada jaringan GSM.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara membantu para penjual roti yang ingin dapat mengembangkan omset dari penjualannya namun terkendala oleh ruangan yang terbatas.
2. Bagaimana membuat *vending machine* yang memiliki sistem terintegrasi sehingga lebih mudah dalam mengontrol dan memonitor penjualan, stok serta setiap komponen dan kondisi alat dalam jarak yang jauh sekalipun.
3. Memfungsikan *vending machine* sebagai *food warmer*.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian pada tugas akhir ini bertujuan sebagai berikut:

1. Memodernisasi penjualan konvensional.
2. Menghemat ruang dan mengurangi biaya operasional jika menggunakan toko konvensional.
3. Pembuatan *vending machine* berbasis IOT yang memiliki sistem terintegrasi sehingga mampu memberikan dan mengirimkan data dari setiap kegiatan dalam alat yang di tunjukan kepada server sehingga penjual dapat mengontrol dan memonitoring hasil penjualan maupun alat dengan lebih mudah.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan alat *vending machine* yang dapat mengeluarkan barang yang dibutuhkan, serta dapat mengirimkan data terhadap server secara langsung.
2. Tidak ikut serta dalam pembuatan alat pembayaran dan pengenalan uang.

1.5. Metodologi Penelitian

Langkah-langkah yang dikerjakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. **Studi Literatur**

Studi literatur berisi kegiatan pengumpulan dan pengkajian dasar teori yang terpercaya untuk menunjang penulisan tugas akhir ini. Literatur dapat bersumber dari paper, jurnal, artikel, buku, maupun website yang bertaraf nasional dan internasional, serta dari hasil konsultasi dengan dosen pembimbing.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Tahap ini merupakan tahap pencarian informasi mengenai konsep yang dibutuhkan untuk merancang alat ini, yang bisa didapatkan dari studi literatur dan bimbingan dosen pembimbing. Kemudian dilakukan pengumpulan alat dan bahan yang dibutuhkan.

3. Perancangan Mekanik *Vending Machine*

Pada tahap ini dilakukan perancangan mekanik dari *vending machine*. Tahap yang dilakukan meliputi:

1. Desain rangka tampak luar *vending machine*
2. Desain penempatan motor DC dan kawat spiral sebagai output mesin

4. Perancangan Sistem dan *Software Vending Machine*

Pada tahap ini Dilakukan perancangan dan pembuatan sistem dari *vending machine*. Sistem ini akan mengirim data dari setiap aktivitas yang terjadi pada *vending machine* secara keseluruhan

5. Tahap Pengujian

Pengujian dilakukan bertahap. Pertama dilakukan pegujian pada masing-masing bagian. bagian agar pemecahan masalah lebih mudah dilakukan. *Software* diuji terlebih dahulu sebelum diimplementasikan ke *hardware*. Kemudian, dilanjutkan dengan pengujian *hardware* yang sudah tertanam *software* yang telah dibuat. Bagian-bagian tersebut meliputi sistem pengeluaran roti, sistem pengaturan suhu dalam *vending machine*, sistem komunikasi antara *vending machine* dan server. Tahap pengujian dilakukan untuk menentukan kendala dari sistem yang telah dibuat, *software* maupun *hardware*.

6. Analisa dan Evaluasi

Analisa dilakukan terhadap hasil pengujian sehingga karakteristik *software* dan *hardware* dapat diketahui. Analisa dilakukan pada tiga bagian utama, yaitu sistem pengeluaran roti dari *vending machien*, sistem pengaturan suhu, dan sistem komunikasi data antara *vending machine* dan server. Apabila karakteristik dari tiga bagian utama tersebut belum sesuai, maka perlu dilakukan evaluasi pada sistem untuk dirancang dan diuji

kembali.

7. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penyusunan laporan akhir berisi seluruh hal yang berkaitan dengan tugas akhir yang telah dikerjakan yaitu meliputi pendahuluan, studi literatur, tinjauan pustaka, perancangan dan pembuatan sistem, pengujian dan analisa, serta penutup.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam buku tugas akhir ini, pembahasan mengenai sistem yang dibuat terbagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- **BAB I : Pendahuluan**
Bab ini meliputi penjelasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.
- **BAB II : Tinjauan Pustaka**
Pada bab ini berisi mengenai teori yang mendasari penyusunan laporan tugas akhir secara umum khususnya yang berhubungan komponen yang akan digunakan.
- **BAB III : Perancangan Sistem**
Bab ini menjelaskan tentang perencanaan sistem yang meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk pembuatan alat ini.
- **BAB IV : Pengujian dan Analisis**
Pada bab ini menguraikan tentang pengujian alat pada pesawat dan analisa hasil pengujian.
- **BAB V : Penutup**
Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan alat serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7. Relevansi

Mesin Penjual Roti Otomatis berbasis *Internet of Thing* ini merupakan sebuah inovasi untuk membantu produsen roti untuk menjual roti diberbagai tempat sekaligus serta dapat memonitoring setiap *vending machine* dimanapun dan kapanpun karena *vending machine* ini telah dibekali sistem yang dapat mengumpulkan data dan informasi dari setiap aktivitas yang terjadi dan mengirimkannya ke server penjual sehingga selain mempermudah dalam pemantauan juga sangat membantu dalam pengembangan penjualan dengan ruang yang terbatas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Suatu penelitian memerlukan teori-teori yang sudah ada sebelumnya untuk dikaji lebih dalam memperkuat argumen penulis. Teori tersebut digunakan untuk membantu penulis dan sebagai dasar dalam membuat suatu penelitian.

Pada bab ini terdapat teori dasar yang menjadi landasan untuk merumuskan dan menyelesaikan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini. Pada bagian ini terdapat tinjauan pustaka tentang komponen yang akan digunakan untuk membuat alat pada penelitian ini.

2.1. Mesin Penjual Otomatis (*Vending Machine*)

Vending machine adalah mesin yang dapat mengeluarkan barang-barang seperti makanan ringan seperti minuman soda, rokok, tiket lotre, produk konsumen dan bahkan emas dan permata untuk pelanggan secara otomatis. Layaknya penjual asli, mesin ini akan mengeluarkan barang yang kita inginkan setelah kita membayarnya dengan cara memasukkan sejumlah koin maupun uang kertas. Menurut badan pengawasan makanan dan obat Amerika Serikat, *vending machine* adalah sebuah alat untuk melayani diri sendiri, memasukkan koin, uang kertas, token, kartu, atau operasional dalam bentuk lainnya, yang mengeluarkan makanan tanpa perlu memasukan/mengisi alat tersebut pada setiap kali operasinya. Beberapa kata yang menjadi karakter *vending machine* yaitu alat yang melayani diri-sendiri dan mengeluarkan produk tertentu maksudnya adalah *vending machine* biasanya bekerja secara otomatis dimana konsumen tidak perlu mengisi alat tersebut setiap kali menggunakannya.[1]



Gambar 2.1 *Vending Machine.*

2.2. Arduino

Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5V
Tegangan <i>input</i> (rekomendasi)	7 – 12V
Tegangan <i>input</i> (limit)	6 – 20V
Pin I/O digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Pin <i>input</i> digital	6
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flash memory	32 KB, 0.5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan <i>clock</i>	16 MHz



Gambar 2.2 Arduino UNO.[2]

Arduino Uno merupakan salah satu mikrokontroler *single-board* berbasis ATmega328 yang bersifat yang dapat memudahkan pengguna untuk mengetahui dan mengembangkan cara kerja perangkat tersebut. Perangkat tersebut memiliki 14 *input/output* digital yang mana pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 dapat digunakan sebagai PWM *output*, enam *input* analog, pin *power* (VIN,5V,3V3, dan GND), resonator keramik 16 MHz, USB *connector*, *power jack*, ICSP *header*, dan *reset button*. Sebagai contoh

penggunaan Arduino Uno adalah sistem kontrol kekeruhan akuarium, pembacaan meteran air dimana Arduino Uno digunakan sebagai prosesor data dari node sensor, dan pembacaan frekuensi pada deteksi jalur pipa terpendam.[3]

2.2.1. Pin Power

Sumber tegangan yang diberikan ke Arduino Uno dapat berasal dari hubungan USB atau *external power supply* seperti *AC-to-DC adapter* atau baterai. Besar tegangan eksternal yang digunakan untuk pengoperasian yaitu antara 6-20 V. Ketika tegangan eksternal yang diberikan di bawah 7 V, pin 5 V menghasilkan tegangan di bawah 5 V karena Arduino Uno tidak stabil. Sedangkan ketika diberi tegangan eksternal lebih dari 12 V, *voltage regulator* milik Arduino akan terlalu panas dan Arduino berkemungkinan bekerja tidak stabil. Sehingga direkomendasikan tegangan eksternal yang untuk mengoperasikan Arduino Uno adalah 7-12 V. Berikut *power pin* yang terdapat di Arduino Uno:

- VIN merupakan pin tegangan masukan Arduino jika tegangan eksternal digunakan. Selain melalui pin ini, tegangan eksternal dapat diberikan melalui *power jack*.
- 5V merupakan *pin output* dari tegangan berasal dari pin VIN, DC *power jack*, atau USB yang dikonversi menjadi 5V oleh *voltage regulator*.
- 3V3 merupakan pin yang memiliki fungsi sama dengan pin 5V namun keluaran tegangan yang dihasilkan yaitu 3,3 V.
- GND merupakan pin *ground*. [3]

2.2.2. Input dan Output

Pada Arduino Uno terdapat pin digital yang digunakan sebagai masukan atau keluaran dengan jumlah pin 14 buah. Setiap pin digital tersebut bekerja pada tegangan 5V dan arus maksimum 40 mA. Penggunaan pin digital dapat diakses dengan fungsi `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, dan `digitalRead ()`. Selain itu, beberapa pin tersebut memiliki fungsi khusus:

- Pin 0(RX) dan 1(TX) digunakan sebagai serial komunikasi dimana pin 0 digunakan untuk menerima data serial TTL sedangkan pin 1 digunakan untuk mengirimkan data serial TTL.
- Pin 2 dan 3 digunakan sebagai *external interrupt*. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk men-*trigger interrupt* ketika nilai rendah, *rising edge* atau *falling edge*, atau ketika terdapat perubahan nilai.
- Pin 3, 5, 6, 10 dan 11 menyediakan 8-bit keluaran PWM dengan

menggunakan fungsi `analogWrite()`.

- Pin 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), dan 13(SCK) digunakan untuk komunikasi SPI.
- Pin 13 terhubung dengan LED yang tertanam pada Arduino Uno.

Arduino Uno juga memiliki 6 pin analog yang berfungsi sebagai masukan analog. Pin tersebut diberi label A0 hingga A5. Nilai tegangan keluaran dari pin analog bernilai mulai dari 0 - 5 V dan menyediakan resolusi 10 bit. Pin A4 dan A5 membantu komunikasi TWI dalam Arduino Uno dimana A4 sebagai SDA dan A5 sebagai SCL. Selain itu terdapat pin AREF yang berfungsi sebagai tegangan referensi untuk masukan analog dan pin RESET digunakan untuk menambah tombol reset.[3]

2.2.3. Pin Komunikasi

Arduino Uno menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial dengan menggunakan pin *digital* 0 dan pin 1 agar dapat berkomunikasi dengan sebuah komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. Pada papan Arduino Uno terdapat ATmega16U2 yang menghubungkan komunikasi serial melalui USB dan tampil sebagai *virtual COM port* pada Arduino *software* dalam komputer. Arduino *software* memiliki serial monitor yang memungkinkan data teks sederhana ke atau dari Arduino. LED TX dan RX akan menyala ketika data dikirimkan ke komputer. Selain komunikasi serial, ATmega328 juga mampu melakukan komunikasi I2C dan SPI.[3]

2.2.4. Pemrograman

Arduino Uno dapat di program dengan Arduino *Software*. Sebelum meng-*upload* program ke Arduino Uno, terlebih dahulu pilih Arduino Uno pada menu **Tool > Board**. ATmega328 pada Arduino Uno telah dilengkapi dengan *bootloader* yang memungkinkan peng-*upload*-an program baru ke Arduino Uno tanpa menggunakan pemrograman *external hardware*.

2.3. Raspberry PI 2 Model B

Raspberry Pi adalah sebuah komputer papan tunggal (*single-board computer*) atau SBC berukuran kartu kredit. *Raspberry Pi* telah dilengkapi dengan semua fungsi layaknya sebuah komputer lengkap, menggunakan SoC (*System-on-a-chip*) ARM yang dikemas dan diintegrasikan diatas PCB. Perangkat ini menggunakan kartu SD untuk *booting* dan penyimpanan jangka panjang.

Raspberry Pi memiliki dua model yaitu model A dan model B. Secara umum *Raspberry Pi* Model B, 512MB RAM. Perbedaan model A dan B terletak pada memory yang digunakan, Model A menggunakan memory 256 MB dan model B 512 MB. Selain itu model B juga sudah dilengkapi dengan ethernet port (kartu jaringan) yang tidak terdapat di model A. Desain *Raspberry Pi* didasarkan seputar SoC (System-on-a-chip) Broadcom BCM2835, yang telah menanamkan prosesor ARM1176JZF-S dengan 700 MHz, VideoCore IV GPU, dan 256 Megabyte RAM (model B). Penyimpanan data didisain tidak untuk menggunakan hard disk atau solid-state drive, melainkan mengandalkan kartu SD (SD memory card) untuk booting dan penyimpanan jangka panjang. Hardware *Raspberry Pi* tidak memiliki real-time clock, sehingga OS harus memanfaatkan timer jaringan server sebagai pengganti. Namun komputer yang mudah dikembangkan ini dapat ditambahkan dengan fungsi *real-time* (seperti DS1307) dan banyak lainnya, melalui saluran GPIO (*General-purpose input/output*) via antarmuka I²C (*Inter-Integrated Circuit*). *Raspberry Pi* bersifat open source (berbasis Linux), *Raspberry Pi* bisa dimodifikasi sesuai kebutuhan penggunaannya. Sistem operasi utama *Raspberry Pi* menggunakan Debian GNU/Linux dan bahasa pemrograman *Python*. Salah satu pengembang OS untuk *Raspberry Pi* telah meluncurkan sistem operasi yang dinamai Raspbian, Raspbian diklaim mampu memaksimalkan perangkat *Raspberry Pi*. Sistem operasi tersebut dibuat berbasis Debian yang merupakan salah satu distribusi Linux OS.[4]



Gambar 2.3 Raspberry PI 2 Model B.[5]

Kelebihannya *Raspberry Pi 2 model B* adalah:

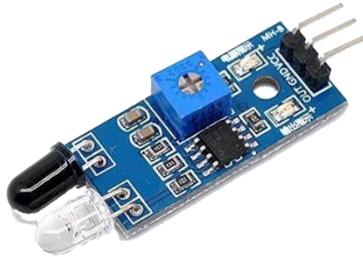
- SoC: Broadcom BCM2836 (CPU, GPU, DSP, SDRAM)
- CPU: 900 MHz quad-core ARM Cortex A7
- GPU: Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz
- GPU info: OpenGL ES 2.0 (24 GFLOPS); 1080p30 MPEG-2 and VC-1 decoder (with license); 1080p30 h.264/MPEG-4 AVC *high-profile decoder and encoder*
- Memori: 1 GB
- Port USB: 4

Raspberry Pi dapat membaca sensor digital secara langsung, akan tetapi Raspberry Pi tidak bisa langsung dihubungkan dengan sensor analog. Raspberry Pi yang menggunakan sistem operasi dan SD card yang memerlukan prosedur khusus ketika ingin memamatkannya. Jadi harus di-shutdown sebagaimana komputer pada umumnya. Raspberry Pi mungkin akan terdapat sedikit lebih lambat karena kernel Linux pada sistem operasi Raspberry Pi memiliki fungsi prioritas proses seperti yang dimiliki oleh semua sistem operasi. Kernel linux harus menangani banyak proses dengan prioritas yang ditentukan, sehingga proses menggerakkan lengan akan lebih lambat.

2.4. Sensor Infrared

Sensor Infrared Avoid Obstacle merupakan sebuah modul yang terdiri dari inframerah dan photodiode yang berfungsi sebagai pendeteksi halangan atau objek di depannya, berikut adalah komponen-komponen yang ada pada modul tersebut:

- Komponen utamanya terdiri dari IR dan IR receiver/phototransistor.
- Ketika power-up, IR emitter akan memancarkan cahaya infrared yang kasat mata.
- Cahaya tersebut kemudian dipantulkan oleh objek yang ada di depannya, cahaya terpantul ini kemudian diterima oleh IR receiver.
- Output Op-Amp ini juga terhubung dengan pin “OUT” yang dihubungkan ke Arduino[6]



Gambar 2.4 Sensor Infrared.[7]

2.5. Web Server

Web server adalah software yang memberikan layanan data yang mempunyai fungsi untuk menerima permintaan HTTP(*HyperText Transfer Protocol*) atau HTTPS yang dikirim oleh klien melalui web browser dan mengirimkan kembali hasilnya dalam bentuk halaman web yang umumnya berbentuk dokumen HTML(*HyperText Markup Language*). Web server berguna sebagai tempat aplikasi web dan sebagai penerima request dari client. Pada umumnya web server telah dilengkapi pula dengan mesin penerjemah bahasa skrip yang memungkinkan web server menyediakan layanan situs web dinamis dengan memanfaatkan pustaka tambahan seperti PHP(*PHP: Hypertext Preprocessor*) dan ASP(*Active Server Pages*).



Gambar 2.5 Arsitektur Web Server.

Gambar 2.5 merupakan arsitektur dari web server. Client melakukan HTTP request ke web server dan web server akan mengembalikan request berupa halaman website meliputi HTML, image, CSS, dan javascript. Server juga dapat melakukan query atau request data ke database jika client ingin mengelola data. Database akan mengembalikan request dari server berupa data dan server menampilkannya berupa halaman web ke client. Dua contoh web server yang sering digunakan adalah Apache dan

IIS. Sedangkan database yang digunakan adalah MySQL, MySQL merupakan software sistem manajemen database (DBMS) yang sangat populer atau banyak digunakan untuk membangun aplikasi web sebagai sumber data. MySQL bersifat open source, mudah, dan cepat dalam mengeksekusi query.[8]

2.6. Motor Servo

Motor Servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup dimana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian control yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor *servo* diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaku sinyal dan kabel motor. Motor servo yang digunakan penulis kali ini ialah *servo continuous* atau motor *servo* 360 derajat, motor ini dapat berputra secara terus menerus searah jarum jam maupun sebaliknya.



Gambar 2.6 *Servo Continuous DS04-NFC.*

2.7. MicroSD

MicroSD merupakan kartu memori *non-volatile* yang dikembangkan oleh *SD Card Association*. MicroSD berfungsi untuk menyimpan berbagai macam file. MicroSD terbagi menjadi SDSC yang berkapasitas maksimum sekitar 2 GB, SDHC (*High Capacity*) memiliki kapasitas dari 4 GB sampai 8 GB, SDXC (*Extended Capacity*) memiliki kapasitas diatas 32 GB. MicroSD sudah terformat dengan system file sebagai FAT16, SDHC sebagai FAT32, sedangkan SDXC sebagai ExFAT. FAT16 dan FAT

32 memungkinkan dapat diakses melalui semua perangkat host *SD reader*. Perangkat yang menggunakan microSD mengidentifikasi kartu dengan string 128-bit. Untuk kartu standar, 12 dari *bit* digunakan untuk mengidentifikasi jumlah *cluster* memori (antara 1 sampai 4096) dan 3 *bit* digunakan untuk mengidentifikasi jumlah blok per *cluster*. Pada tugas akhir ini, microSD digunakan sebagai penyimpanan dan tempat untuk menginstall OS pada Raspberry Pi.[9]



Gambar 2.7 MicroSD Sandisk.[10]

2.8. Web Server Apache

Web server merupakan sebuah bentuk *server* yang khusus digunakan untuk menyimpan halaman *website* atau *homepage*. Apache merupakan turunan dari web server yang dikeluarkan oleh NSCA yaitu NSCA HTTPd sekitar tahun 1995-an. Pada dasarnya, Apache adalah “*APatCHy*” (patch) dan pengganti dari NCSA HTTPd. Apache web server merupakan tulang punggung permintaan dari client yang menggunakan browser, seperti Netscape Navigator, Internet Explorer, Mozilla, lynx dan lain-lain. Web Server dalam berkomunikasi dengan kliennya menggunakan protokol HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*). Apache berada di bawah GNU, *General Public License* yang bersifat *free* sehingga Apache dapat didownload gratis.

Apache Web Server merupakan *web server* yang bersifat *open source* dan mempunyai *performance* yang sangat bagus, fleksibel dan mendukung berbagai macam platform sistem operasi seperti Windows NT/9x, UNIX, Netware 5x, OS/2 dan berbagai macam sistem operasi lainnya. Apache sangat cepat sekali mengeluarkan *update* terbarunya, sehingga mengurangi munculnya *bugs* dan kelemahan program.[11]

2.9. MySQL (*My Structure Language*)

MySQL atau yang biasa dibaca “mai-se-kuel” adalah sebuah program pembuat *database* yang bersifat *open source*, yang artinya siapa saja boleh

menggunakannya.

MySQL sebenarnya produk yang berjalan pada *platform* linux, karena sifatnya yang *open source*. MySQL dapat dijalankan pada semua *platform* baik windows maupun linux, MySQL juga merupakan program pengakses *database* yang bersifat jaringan sehingga dapat digunakan untuk aplikasi *multi user* (banyak pengguna).

Kelebihan dari MySQL adalah dengan menggunakan bahasa *query* standar yang dimiliki SQL (*Structure Query Language*). SQL adalah suatu bahasa permintaan yang terstruktur yang telah distandarkan untuk semua program pengakses *database* seperti Oracle, Posgres SQL, SQL Server, dan lain-lain.[12]

2.10. PHP (*Personal Home Page*)

PHP (*Hypertext Preprocessor*) merupakan bahasa yang hanya dapat berjalan pada *server* yang hasilnya dapat ditampilkan pada klien. Dalam mengeksekusi kode PHP pada sisi *server* (disebut *server side*) berbeda dengan mesin maya Java yang mengeksekusi program pada sisi klien (*client side*). Proses eksekusi kode PHP yang disisipkan pada halaman HTML.

PHP merupakan bahasa standar yang digunakan dalam dunia *website*. PHP adalah bahasa pemrograman yang berbentuk *script* yang diletakkan didalam *server web*. Sekitar tahun 1994, Rasmus Lerdorf telah meletakkan bersama Perl *script* untuk membuat siapa yang telah melihat resumennya terkesan. Kemudian sedikit demi sedikit *user* mulai menyukai *script* ini.[12]

2.11. PhpMyAdmin

PhpMyAdmin adalah suatu program *open source* yang berbasis *web* yang dibuat menggunakan aplikasi PHP. Program ini digunakan untuk mengakses *database* MySQL. Program ini mempermudah dan mempersingkat kerja penggunaannya. Dengan kelebihanannya, para pengguna awam tidak harus paham sintak-sintak SQL dalam pembuatan *database* dan tabel.[12]

2.12. Web Hosting

Web hosting dapat diartikan sebagai ruangan yang terdapat dalam harddisk tempat menyimpan berbagai data, file-file, gambar, video, data email, statistik, database dan lain sebagainya yang akan ditampilkan di

website. Besarnya data yang bisa dimasukkan tergantung dari besarnya web hosting yang disewa/dipunyai, semakin besar web hosting semakin besar pula data yang dapat dimasukkan dan ditampilkan dalam website. *Web hosting* juga diperoleh dengan menyewa. Pengguna akan memperoleh kontrol panel yang terproteksi dengan username dan password untuk administrasi websitenya. Besarnya hosting ditentukan ruangan harddisk dengan ukuran MB (*Mega Byte*) atau GB (*Giga Byte*). Lama penyewaan web hosting rata-rata dihitung per tahun. Penyewaan hosting dilakukan dari perusahaan-perusahaan penyewa web hosting yang banyak dijumpai baik di Indonesia maupun Luar Negeri. Lokasi peletakan pusat data (*datacenter*) web hosting bermacam-macam. Ada yang di Jakarta, Singapore, Inggris, Amerika, dll dengan harga sewa bervariasi.

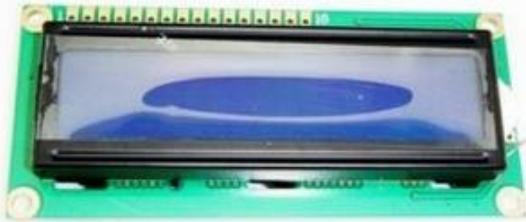
Hostinger merupakan salah satu perusahaan yang menyewakan *web hosting* dan disinilah penulis menyewa hosting untuk keperluan penelitian tugas akhir yang di lakukan.[13]

2.13. LCD (*Liquid Crystal Display*)

2.13.1. Dasar Teori LCD

LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf, atau grafik. LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sering digunakan untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik seperti multimeter digital. LCD memanfaatkan silikon dan galium dalam bentuk kristal cair sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom terdiri dari LED pada bidang latar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Kemudian daerah-daerah tertentu pada cairan tersebut warnanya akan berubah menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam kaca bagian depan. Keunggulan menggunakan LCD adalah konsumsi daya yang relatif kecil dan menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah ukuran LCD yang pas yakni tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar kemudian tampilan yang

diperlihatkan dari LCD dapat dibaca dengan mudah dan jelas.[14]



Gambar 2.8 LCD 16x2[15]

Spesifikasi pada LCD 16x2 adalah sebagai berikut :

- Terdiri dari 16 kolom dan 2 baris
- Mempunyai 192 karakter yang tersimpan
- Tegangan kerja 5V
- Memiliki ukuran yang praktis

2.13.2. Prinsip Kerja LCD 16x2

Prinsip kerja LCD 16x2 adalah dengan menggunakan lapisan film yang berisi kristal cair dan diletakkan di antara dua lempeng kaca yang telah dipasang elektroda logam transparan. Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul kristal cair akan menyusun agar cahaya yang mengenainya akan diserap. Dari hasil penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang diaktifkan. Untuk membentuk karakter atau gambar pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode *screening*. Metode *screening* adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolom dan baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua.[14]

2.13.3. Deskripsi Pin LCD 16x2

Berikut ini adalah tabel deskripsi pin pada LCD 16x2:

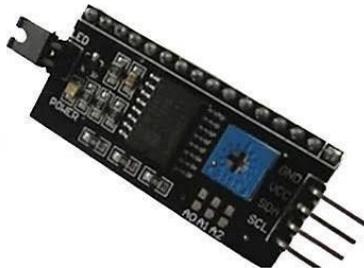
Tabel 2.2. Deskripsi Pin pada LCD 16x2

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1	VSS	--	Ground
2	VCC	--	+ 5 V power suplay
3	VEE	--	Power suplay source to control contrast
4	RS	I	Register select: RS = 0 to select instruksi. Command register; RS =1 to select data reg.

5	R/W	I	Read/Write: R/W =0 for write, R/W= 1 for read
6	E	I	Enable
7	DB0	I/O	The 8-bit data bus
8	DB1	I/O	The 8-bit data bus
9	DB2	I/O	The 8-bit data bus
10	DB3	I/O	The 8-bit data bus
11	DB4	I/O	The 8-bit data bus
12	DB5	I/O	The 8-bit data bus
13	DB6	I/O	The 8-bit data bus
14	DB7	I/O	The 8-bit data bus

2.14. I2C

Inter Integrated Circuit atau yang lebih dikenal dengan sebutan I2C adalah merupakan standar komunikasi serial dua arah dengan menggunakan dua buah saluran yang didesain khusus untuk pengendalian IC tersebut. Secara garis besar sistem I2C itu sendiri tersusun atas dua saluran utama yaitu, saluran SCL (*serial clock*) dan SDA (*serial data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan sistem pengendolnya.[16]



Gambar 2.9 LCD modul I2C[17]

Perangkat yang dihubungkan dengan I2C ini dapat difungsikan sebagai *master* atau *slave*. *Master* adalah perangkat yang memulai *transfer* pada data dengan membentuk sinyal *stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. Sedangkan *slave* adalah perangkat yang telah diberikan alamat oleh *master*.

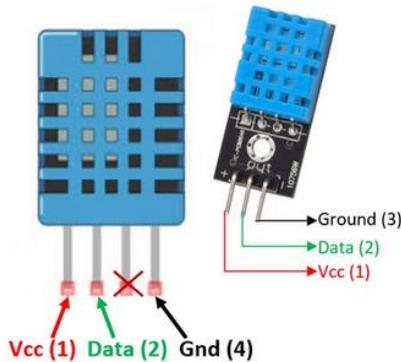
Berikut ini merupakan beberapa kondisi ketika melakukan proses

transfer data pada I2C bus, yaitu *transfer* data hanya dapat dilakukan ketika bus tidak dalam keadaan sibuk, lalu selama proses *transfer* data keadaan pada pin SDA haruslah stabil selama pin SCL dalam keadaan tinggi.

2.15.DHT11

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban nisbi adalah membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air.

Peralatan elektronik juga menjadi mudah berkarat jika udara disekitarnya memiliki kelembaban yang cukup tinggi. Oleh karena itu, informasi mengenai kelembaban udara pada suatu area tertentu menjadi sesuatu hal yang penting untuk diketahui karena menyangkut efek-efek yang ditimbulkannya.



Gambar 2.10 DHT11 [18]

Informasi mengenai nilai kelembaban udara diperoleh dari proses pengukuran. Alat yang biasanya digunakan untuk mengukur kelembaban udara adalah higrometer. DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien

kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya, DHT11 ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, dengan spesifikasi: *Supply Voltage*: +5 V, *Temperature range* : 0-50 °C *error of* ± 2 °C, *Humidity* : 20-90% RH $\pm 5\%$ RH *error*, dengan spesifikasi *digital interfacing system*. membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.[19]

2.16. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka bertujuan untuk membandingkan perangkat yang telah ada dan dikembangkan sebelumnya dengan perangkat yang dirancang pada tugas akhir ini. Berikut merupakan judul paper atau proyek yang dibandingkan dengan proyek pada tugas akhir ini.

2.16.1. *Smart Vending Machine Based on SMS Gateway for General Transaction*

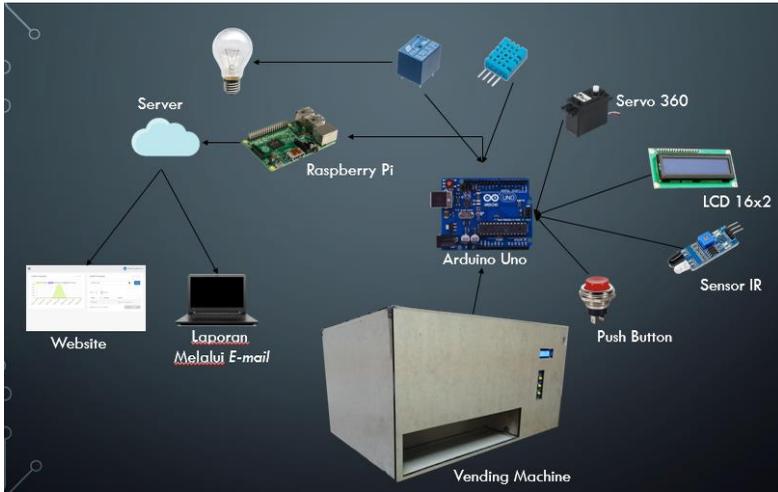
Makalah ini menyajikan desain dan studi eksperimental mesin penjual otomatis untuk Transaksi alat tulis kantor. Keuntungan dari *vending machine* yang diusulkan yaitu transaksi dapat dilakukan dengan menggunakan sistem pesan singkat (SMS), semua transaksi dapat dipantau secara online oleh pemilik dengan menggunakan Android, *vending machine* ini memiliki fitur sistem peringatan dini (EWS) ketika sistem dalam kesulitan, dan itu juga dilengkapi dengan baterai cadangan ketika listrik terputus, Tidak perlu membuat perjanjian khusus dengan bank atau penyedia telekomunikasi. *Smart Vending Machine* dibangun dengan menggunakan komponen perangkat keras umum seperti Arduino sebagai pengontrol, Wavecome sebagai modul SMS Gateway, *Servo*, *Power Supply*, Baterai sebagai cadangan daya, *Keypad* dan tombol sebagai input, LCD 16 × 2 sebagai Display. Dari beberapa tes termasuk transaksi normal, pemantauan online, dan sistem peringatan dini untuk pasokan listrik. *Smart Vending Machine* ini berhasil dan memiliki kemungkinan besar untuk menjadi produksi massal.[20]

2.16.2. *A Wireless Vending Machine System Based on GSM*

Sebuah sistem *vending machine* nirkabel menggunakan jaringan GSM dikembangkan dalam makalah ini. Pertama-tama, beberapa metode di mana kita dapat menyadari komunikasi data nirkabel jaringan GSM

dianalisis dan dibandingkan, struktur keseluruhan sistem mesin penjual otomatis berdasarkan USSD diberikan untuk pemahaman yang lebih mendalam. Selanjutnya, digunakan modul kontrol untuk transmisi data dan kontrol perangkat terminal, *middleware* digunakan untuk menghubungkan aplikasi dan BOSS (sistem pendukung operasi bisnis) serta perangkat lunak transaksi yang tertanam dalam platform USSD. Akhirnya *vending machine* nirkabel pun selesai , yang tidak hanya dapat mengintegrasikan mesin penjual otomatis, platform USSD dan sistem pembayaran bersama, tetapi juga mengelola informasi penjualan, informasi logistik, dan informasi konsumen secara online. Sistem *vending machine* yang disajikan di koran telah digunakan di beberapa provinsi dan kota selama lebih dari dua tahun. Semua indeks kinerja sistem memuaskan.[21]

BAB III PERANCANGAN SISTEM



Gambar 3.1. Skema Sistem Keseluruhan.

Pada bab ini dijelaskan perancangan sistem secara keseluruhan. Alat yang dirancang bertujuan untuk membuat sebuah *vending machine* yang sudah berbasis *Internet of Things* sehingga penjual dapat memonitoring alat dan barang yang dijual serta lebih mudah dalam mengontrol barang yang dijual karena dapat mengetahui jumlah ketersediaan barang ataupun mengetahui kapan barang tersebut seharusnya di ganti. Pada pembuatan alat ini, penulis mengkhususkan roti sebagai barang yang di jual. Perancangan alat berupa sebuah *vending machine* yang didalamnya dilengkapi dengan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, Raspberry Pi, sensor IR, *continuous servo*, beberapa tombol, LCD 16x2, DHT11, dan lampu pijar sebagai pemanas.

Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengatur kinerja dari komponen yang terdapat pada *vending machine*, *servo* berfungsi sebagai alat penggerak yang memutar spiral didalam *vending machine* guna mengeluarkan roti yang dijual. Sensor IR digunakan untuk menggantikan fungsi pada pembayaran, sehingga saat sesuatu yang mendekati sensor IR, maka akan merubah logika pada mikrokontroler dan

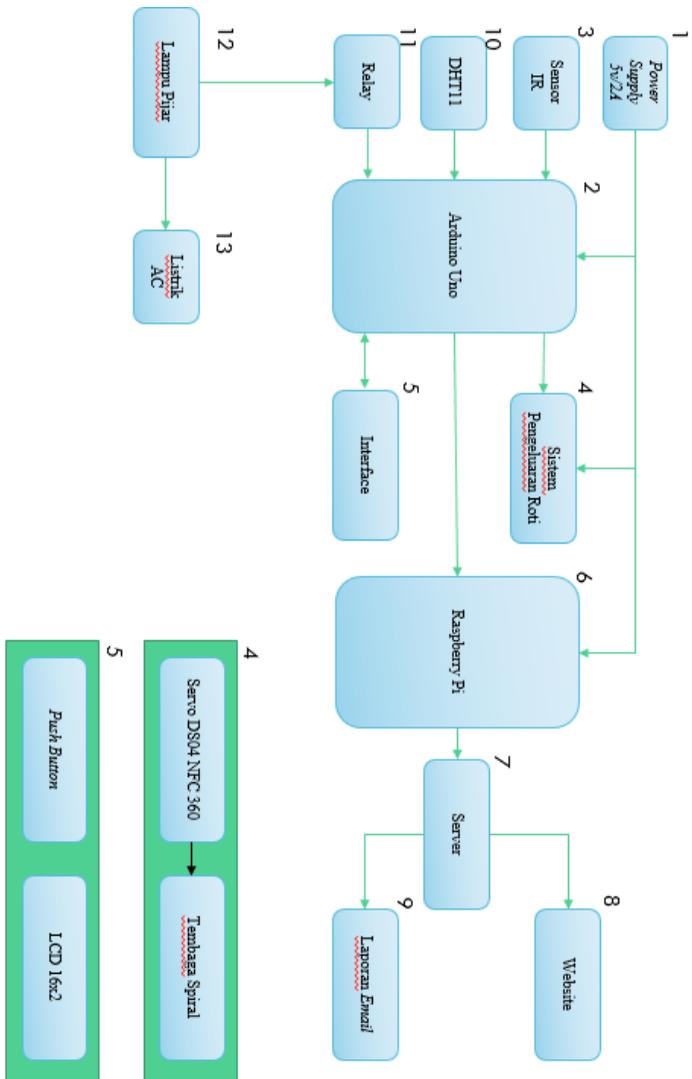
dapat melanjutkan pada proses pembelian roti. LCD 16x2 memiliki fungsi untuk selalu memberitahukan kondisi pada *vending machine*, seperti posisi *stanbye*, pemilihan roti maupun saat roti telah habis. Tombol berfungsi untuk memilih roti yang diinginkan oleh pembeli ataupun untuk pengisian ulang yang dilakukan oleh penjual. DHT11 dan lampu pijar berfungsi sebagai pemanas didalam *vending machine* guna menjaga suhu sesuai set yang diinginkan. Raspberry Pi memiliki fungsi untuk menerima data dari segala aktifitas yang terjadi pada Arduino Uno lalu mengirimkannya terhadap server. Server mengirimkan data terhadap server, selain itu server juga melakukan fungsi pemberitahuan laporan terhadap penjual melalui email penjual.

3.1. Diagram Blok Sistem

Sistem pada *vending machine* ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan dalam sistem yaitu Arduino Uno, Raspberry pi, sensor IR, *push button*, LCD 16x2, Servo 360°, kawat spiral, DHT11, lampu pijar. Untuk perangkat lunak yang digunakan yaitu program hasil pembacaan sensor IR, program pembacaan dan kontrol suhu, sistem pengeluaran roti, pembacaan data pada Raspberry Pi terhadap Arduino Uno, pengiriman data dari Raspberry Pi menuju server, pembuatan website dan sistem pemberitahuan berupa email. Diagram blok dari sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Bagian-bagian pada blok diagram terdiri dari:

- *Power Supply*
Daya yang dibutuhkan sistem dihasilkan oleh adaptop 5VDC/2A.
- Arduino Uno
Arduino Uno berperan sebagai perangkat keras yang mengontrol komponen-komponen yang terdapat pada *vending machine* dan mengirimkan setiap aktifitas yang terjadi kepada Raspberry Pi.
- Sensor IR
Sensor IR berguna untuk menggantikan fungsi dari pembayaran, memberikan masukan terhadap mikrokontroler agar dapat melanjutkan ke bagian sistem pengeluaran barang.
- Sistem Pengeluaran Barang
Sistem pengeluaran barang pada Vending machine ini memanfaatkan dari putaran *servo continuous* yang disambungkan dengan kawat spiral yang akan diputar sebanyak 360° untuk sekali pengeluaran barang.



Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem.

- *Interface*
Interface akan memberikan masukan perintah ke mikrokontroler menggunakan *push button*. Selain itu, *interface* juga menerima keluaran yang ditunjukkan melalui LCD.
- DHT11
DHT11 digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi suhu pada *vending machine* agar dapat lebih mudah dalam menetapkan dan mengontrol suhu pada bagian dalam *vending machine*.
- Lampu Pijar
Lampu pijar digunakan sebagai sumber panas pada bagian dalam *vending machine* agar dapat mempertahankan suhu sesuai yang diinginkan.
- Relay
Relay berfungsi sebagai switch nyala dan tidak lampu pijar
- Raspberry Pi
Raspberry Pi berfungsi sebagai perangkat yang terhubung langsung dengan internet dan server guna mengirimkan data dari setiap aktifitas yang terjadi pada *vending machine* melalui Arduino Uno.
- Server
Data dari segala aktifitas yang terjadi dikirimkan dan disimpan pada server, server juga yang bertugas untuk *update* data pada website dan pengiriman laporan kepada *email* penjual.
- Website
Website membantu penjual untuk memonitoring *vending machine*, baik jumlah roti yang tersisa, tanggal kadaluarsa roti maupun untuk melihat dan mengumpulkan data penjual.
- Laporan *email*
Laporan pada *email* penjual berguna untuk membantu penjual yang ingin selalu mengetahui aktifitas pada *vending machine* secara *real time*, namun tidak sempat untuk membuka website.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras pada tugas akhir meliputi desain *vending machine*, koneksi Arduino terhadap setiap komponen yaitu, sensor IR, motor servo, LCD, *push button*, DHT11, relay, lampu pijar.

3.2.1. Desain *Vending Machine*

Desain *vending machine* roti ini memiliki bentuk yang cukup sederhana. Kerangka desain utama berbentuk kotak. Di dalam bagian kerangka utama terdapat dua bagian, yaitu satu sisi digunakan untuk meletakkan servo, kawat spiral dan roti yang di jual, sedangkan sisi lainnya digunakan sebagai ruang mikrokontroler, Raspberry Pi, dll. Pada bagian pintu terdapat celah untuk mengambil barang bagi pembeli, juga terdapat bagian untuk meletakkan *push button* dan LCD sebagai *interface* pada *vending machine* ini.



Gambar 3.3 Bagian depan *vending machine*.



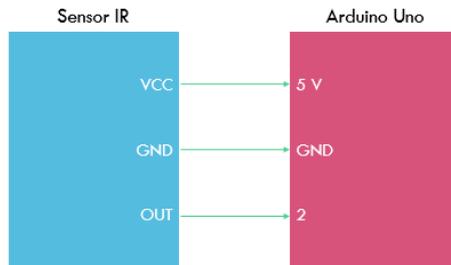
Gambar 3.4 Bagian dalam *vending machine*.

3.2.2. Pembacaan sensor IR

Sensor IR digunakan untuk menggantikan fungsi pembayaran seperti pada *vending machine* pada umumnya yang menggunakan metode pembayaran dengan *e-money*, saat ada kartu yang terdeteksi mendekat pada bagian pembayaran *vending machine*, maka sensor IR akan membaca dan memberikan logika terhadap mikrokontroler agar dapat melanjutkan pada bagian pengeluaran roti.

Tabel 3.1. Spesifikasi Sensor IR

Tegangan Masukan	3-5 VDC
Tipe Output	Digital output (0 atau 1)
Ukuran Board	3.2 x 1.4 cm
Media Pengaturan	3 mm sekrup plus
Jarak Pendeteksian	1-30 cm
Sudut Pendeteksian	35°
Chip Komparator	LM393

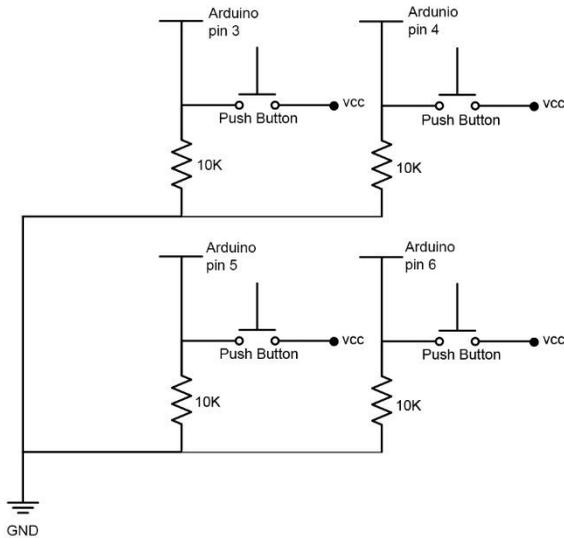


Gambar 3.5 Antarmuka Sensor IR dengan Arduino Uno

3.2.3. *Push Button*

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Sebagai device penghubung atau pemutus, push button switch hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0).

Push button digunakan untuk memberikan masukan kepada mikrokontroler sebagai pilihan roti mana yang dikeluarkan atau sedang dalam tahapan pengisian ulang. Terdapat 4 buah *push button*, 3 diantaranya untuk memilih roti A, roti B, ataupun roti C, sedangkan *push button* terakhir digunakan untuk mereset kembali jumlah roti yang terdapat pada *vending machine*.



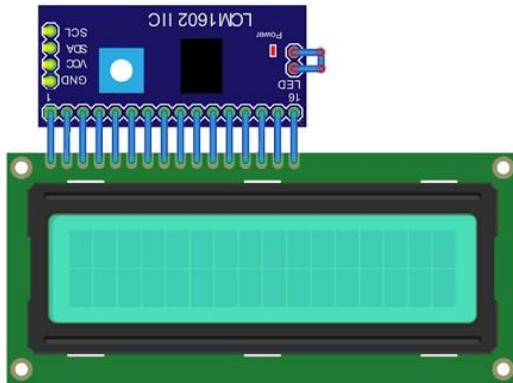
Gambar 3.6 Skema Rangkaian *Push Button*

```
const int buttonPinFull = 3;
const int buttonPin1 = 4;
const int buttonPin2 = 5;
const int buttonPin3 = 6;
```

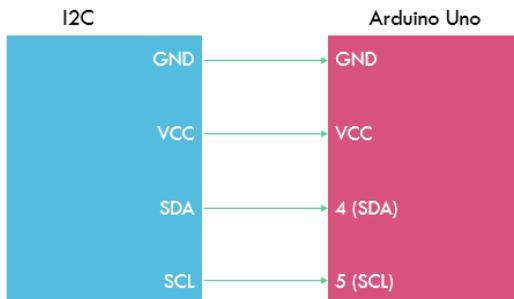
Gambar 3.7 Pendefinisian Pin *Push Button* pada Arduino

3.2.4. LCD dengan I2C

LCD dipergunakan sebagai antarmuka pada *vending machine* ini, sehingga dapat membantu dan mempermudah pembeli saat akan menggunakan alat ini. LCD 16x2 memiliki *pin out* sebanyak 16 buah, oleh karena itu agar dapat mengurangi jumlah pin yang dihubungkan dengan Arduino, penulis menggunakan LCM1602 I2C sebagai penghubung diantara keduanya. Antarmuka antara LCD 16x2 dengan I2C dapat dilihat pada Gambar 3.8, sedangkan antarmuka antara I2C dengan Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.8 Rangkaian LCD 16x2 terhadap I2C



Gambar 3.9 Antarmuka LCM1602 I2C dengan Arduino Uno

3.2.5. Motor Servo DS04-NFC *Continuous*

Motor servo DS04-NFC merupakan motor servo yang dapat terus berputar tanpa ada batasan sudut. Berbeda dengan motor servo pada umumnya, motor servo ini tidak dapat dikontrol dengan menuliskan perintah “servo.write (sudut)”, namun harus dengan mengeluarkan pulsa PWM dengan *duty cycle* tertentu. Jika diberikan pulsa PWM dengan nominal 1000, maka motor servo ini akan berputar ke kiri, sedangkan jika diberikan pulsa PWM dengan nominal 2000, motor servo ini akan

berputar ke arah sebaliknya. Untuk spesifikasi dari motor servo DS04-NFC dapat dilihat pada Tabel 3.2.

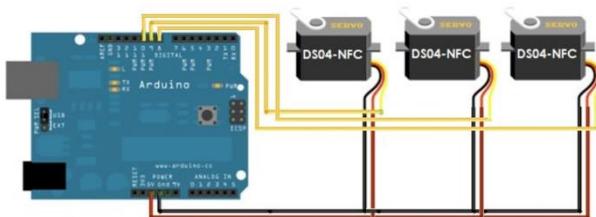
Tabel 3.2. Spesifikasi Motor Servo DS04-NFC

Tegangan Bekerja	4.8-6 VDC
Dimensi	40.8x20x39.5 mm
Torsi	5.5 Kg/cm (4.8 VDC)
Kecepatan	0.22 det / 60° (4.8 VDC)
Suhu Bekerja	0-60°

Pada *Vending Machine* ini terdapat 3 buah motor servo DS04-NFC yang masing-masing telah diberi tambahan berupa kawat spiral guna sebagai alat penggerak dalam sistem pengeluaran roti.



Gambar 3.10 Servo DS04-NFC disambungkan dengan kawat spiral



Gambar 3.11 Rangkaian Servo terhadap Arduino Uno

3.2.6. Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan perangkat yang terhubung langsung dengan internet dan server sekaligus juga terhubung dengan Arduino. Raspberry Pi akan menerima data dari dari Arduino Uno berupa pemberitahuan apakah sedang terjadi pengisian ulang roti pada *vending machine* atau sedang ada transaksi yang terjadi. Raspberry Pi dengan Arduino dihubungkan dengan serial USB yang tersedia pada Raspberry Pi.

berfungsi sebagai kontroler utama dalam vending machine, dimulai dengan menerima logika dari Sensor IR apakah sebagai alur pertama dalam vending machine ini, dilanjutkan dengan menerima data dari push button untuk menentukan servo mana yang akan bergerak untuk mengeluarkan roti yang dijual.

3.2.7. DHT11 dan Lampu Pijar

DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembapan, namun pada tugas akhir ini, penulis hanya menggunakannya sebagai sensor suhu, DHT 11 terhubung kepada Arduino untuk memberikan masukan data suhu.

Lampu Pijar dihubungkan dengan listrik AC yang melalui modul relay, modul relay terhubung kepada Arduino dan menunggu data untuk menentukan on/off nya lampu pijar

3.2.8. Arduino Uno

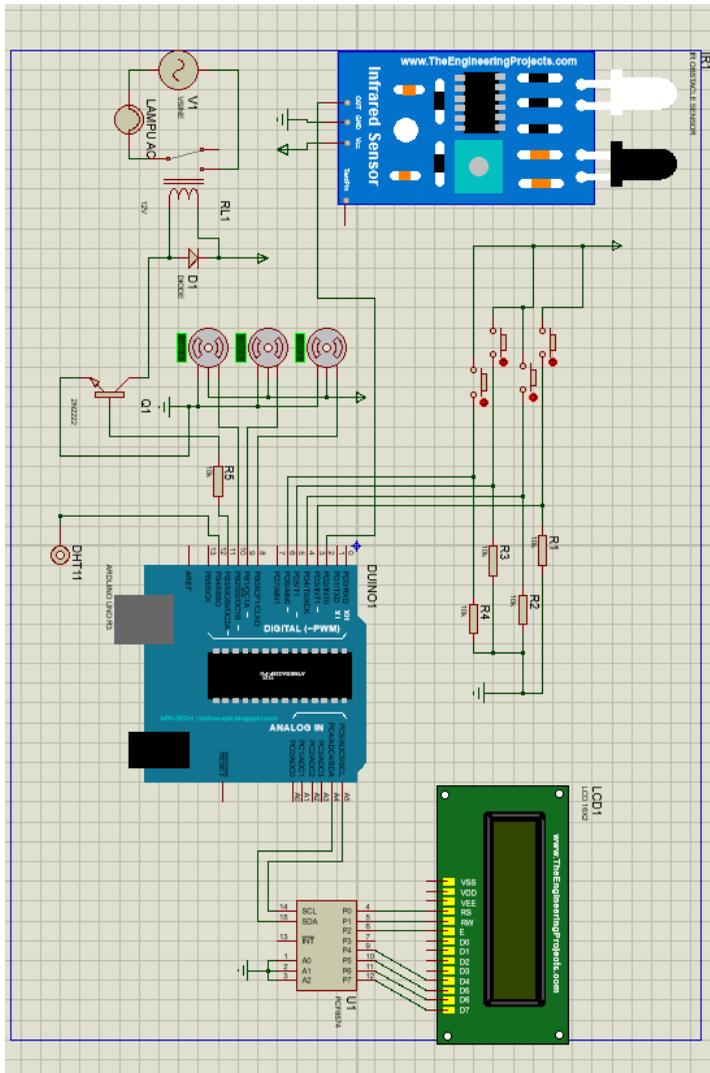
Arduino Uno berfungsi sebagai kontroler utama dalam vending machine, dimulai dengan menunggu *push button* isi ulang ditekan atau menerima logika dari Sensor IR apakah sebagai alur pertama dalam vending machine ini, dilanjutkan dengan menerima data dari push button untuk menentukan servo mana yang akan bergerak untuk mengeluarkan roti yang dijual.

Arduino Uno terhubung dengan serial USB terhadap Raspberry PI dan memberikan informasi dari segala aktifitas yang terjadi pada *vending machine*.

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada tugas akhir ini meliputi pembacaan sensor IR, kontrol pada sistem pengeluaran roti, pengiriman dan pembacaan data dari Arduino kepada Raspberry Pi, proses data pada Raspberry Pi, pengiriman data dari Raspberry Pi menuju server, update data pada dari server menuju website, dan juga proses pengiriman email

kepada penjual yang dilakukan oleh server.



Gambar 3.12 Skematis Rangkaian Arduino Uno

3.3.1. Pembacaan Sensor IR

Fungsi dari sensor pada tugas akhir ini sebenarnya cukup sederhana, yaitu sebagai media awal untuk *vending machine* agar dapat melanjutkan pada langkah berikutnya. Sensor IR memiliki output berupa nilai digital 1 atau 0, saat ada halangan yang mendekati sensor IR dengan jarak yang sudah ditentukan sebelumnya, apabila ada halangan yang mendekat, maka sensor IR akan memberikan logika 0 terhadap Arduino Uno. Saat tidak ada halangan yang mendekat, dalam hal ini berarti sensor IR memberikan logika 1 maka *vending machine* dalam keadaan *standbye* hingga mendatkan logika 0 dari sensor IR atau dari *push button* pengisian ulang. Pada Gambar 3.13 adalah algoritma pada bagian sistem awal dalam *vending machine* ini.

```
serial.println("standbye");

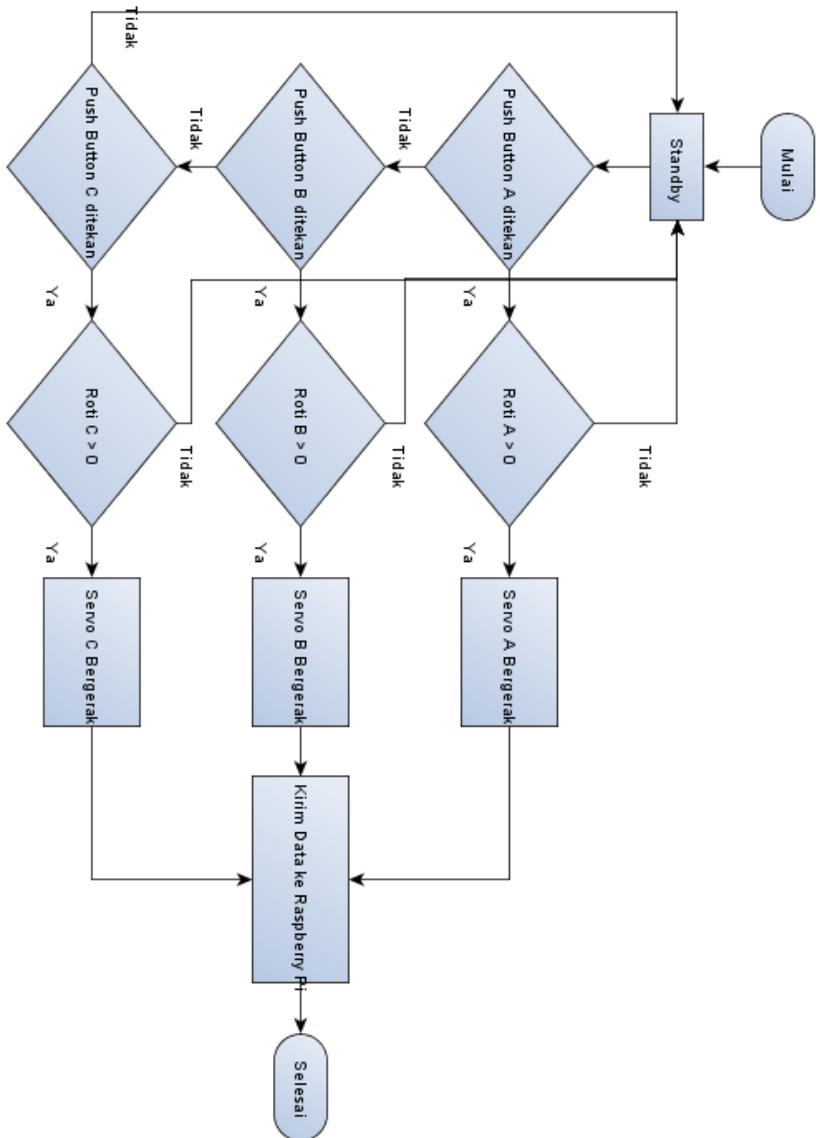
if (buttonStateFull == HIGH) // Tombol Pengisian Ulang
{
    jumlahbarangA = 10;
    jumlahbarangB = 10;
    jumlahbarangC = 10;
    Serial.println("Barang Penuh");
    delay(1000);
}
else if (hasObstacle == LOW) // Ada Halangan pada Sensor IR
{
    Serial.println("Ada Kartu yang di Tap");

    AmbilBarang=1; // Menuju Langkah Selanjutnya
    delay(1000);
}
```

Gambar 3.13 Algoritma *vending machine* saat dalam keadaan *standbye*

3.3.2. Sistem Pengeluaran Roti

Untuk sistem pengeluaran roti pada mesin penjual roti otomatis ini memanfaatkan servo DS04-NFC yang telah ditambahkan dengan kawat spiral, *push button* berguna untuk memberikan logika kepada Arduino Uno untuk memerintahkan salah satu servo untuk bergerak. Setelah itu Arduino Uno akan mengirimkan data kepada Raspberry Pi bahwa stok roti yang dipilih telah berkurang.



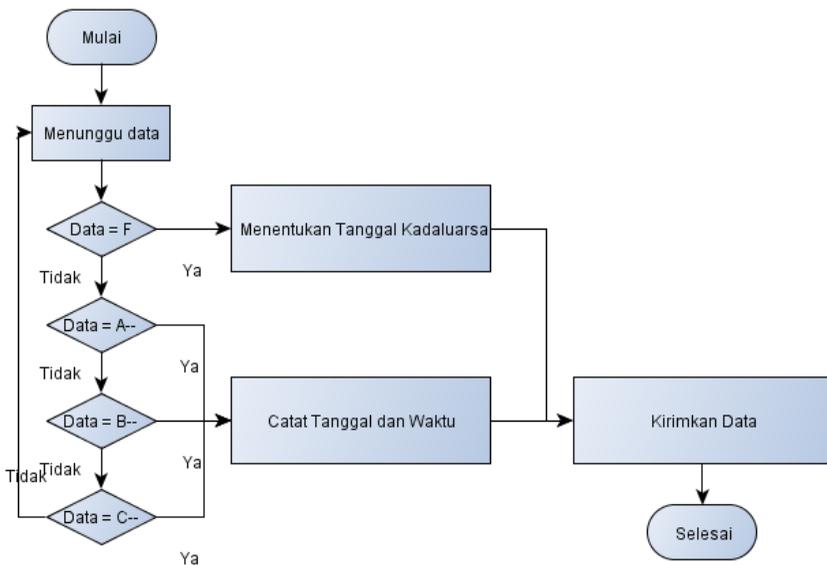
Gambar 3.14 Flowchart Pengeluaran Roti

3.3.3. Pembacaan Data Raspberry Pi terhadap Arduino Uno

Raspberry Pi membaca data dari Arduino dari Arduino atas segala aktifitas yang terjadi pada mesin penjual roti otomatis ini. Saat dilakukan pengisian ulang stok roti pada mesin, saat ada transaksi yang terjadi, dan saat stok roti sudah habis maka semua aktifitas tersebut akan direkam dan dikirimkan ke Raspberry Pi untuk di tindak lanjuti.

Berikut adalah proses yang terjadi pada Raspberry Pi, untuk penjelasannya adalah sebagai berikut:

- F : Raspberry Pi mendapatkan data berupa pemberitahuan bahwa mesin penjual roti otomatis baru saja di isi ulang.
- A--: Roti A telah terjual 1 buah.
- B--: Roti B telah terjual 1 buah.
- C--: Roti C telah terjual 1 buah.



Gambar 3.15 Flowchart Pembacaan Data pada Raspberry Pi

3.3.4. Server dan Penyimpanan Data

Setelah Arduino mengirimkan data kepada Raspberry Pi, dan Raspberry memproses data tersebut, Raspberry Pi mengirimkan data kepada server untuk disimpan terlebih dahulu sebelum di upload pada website. Penulis menyewa jasa dari www.hostinger.co.id untuk dijadikan server bagi mesin penjual roti otomatis ini.

OS yang digunakan pada Raspberry Pi yang penulis gunakan adalah Raspbian versi 4.14 yang telah di install dengan aplikasi pendukung untuk pembuatan website diantaranya PHP 7.0, Apache, MySQL, pengaturan FTP dan pengaturan SMTP.

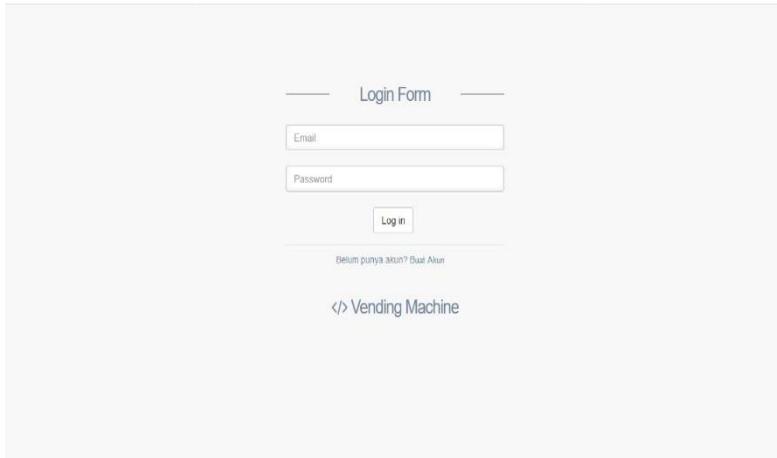
Penulis menyewa hosting dari www.hostinger.co.id dikarenakan termasuk web hosting yang murah namun telah mendukung segala spesifikasi yang dibutuhkan, selain itu pada setiap proses pada server tergolong cepat karena disk yang digunakan hostinger menggunakan SSD generasi terbaru.

Domain yang digunakan adalah .tech, tidak ada perbedaan dengan domain yang lainnya, namun domain .tech biasa merujuk pada website mengenai teknologi.

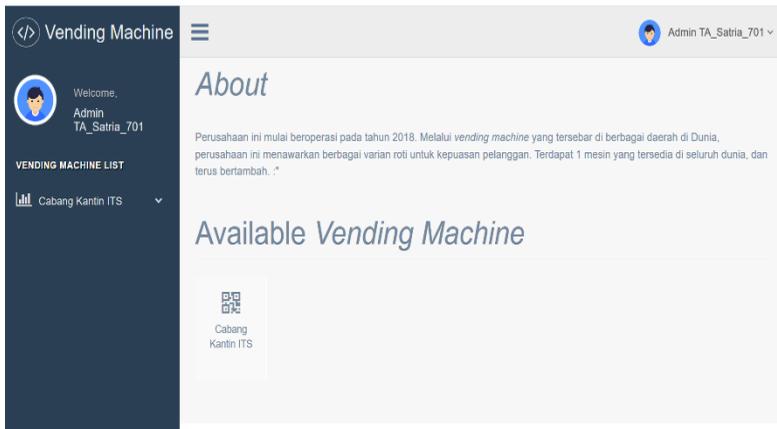
3.3.5. Tampilan Website

Tampilan website merupakan sebuah *interface* yang sangat memudahkan bagi penjual untuk memonitoring keadaan dari mesin penjual roti otomatis ini, bentuk dari website ini adalah berupa laman yang hanya dapat dimasuki oleh orang-orang yang memiliki akun, dalam hal ini yakni sang penjual. Desain dari website mesin penjual roti otomatis ini terbagi menjadi beberapa bagian, yang pertama adalah Halaman Login guna memastikan hanya para penjual yang mampu memonitoring mesin penjual roti mereka, hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.16. Bagian kedua adalah Halaman Utama, menampilkan jumlah mesin penjual roti otomatis yang telah tersedia, dapat dilihat pada Gambar 3.17. Bagian ketiga yakni Stok Barang, menampilkan berapa macam jenis roti yang dijual, stok roti yang tersisa, dan waktu kadaluarsa bagi roti yang dijual, ini memudahkan bagi penjual untuk menentukan kapan harus mengisi ulang, ataupun mengganti stok roti yang di jual tanpa harus mengecek langsung ke masing-masing mesin penjual roti yang ditempatkan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.18. Bagian keempat adalah Laporan Penjualan, berisikan grafik penjualan, dan detail penjualan per harinya pada mesin jual roti otomatis ini, sehingga para penjual dapat lebih mudah

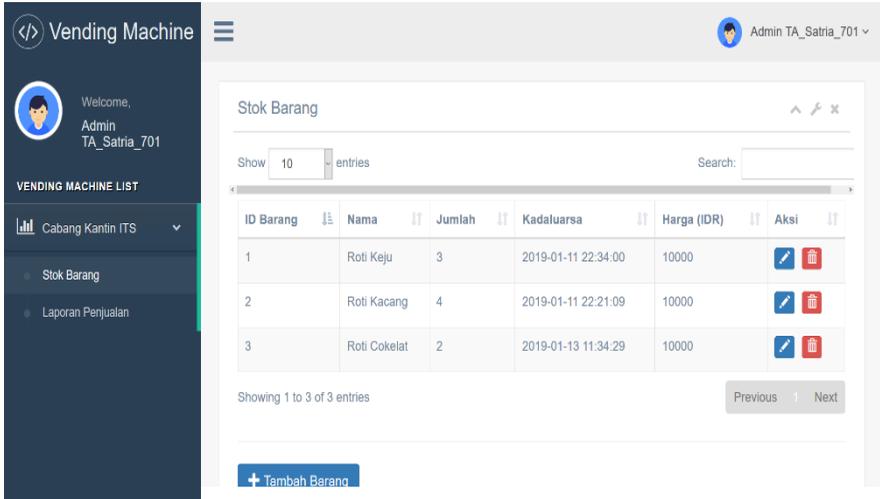
dalam mengetahui berapa jumlah dan kapan waktu bagi setiap pembelian roti, dapat dilihat pada Gambar 3.19. Bagian terakhir yakni untuk menambahkan akun ataupun admin untuk tiap mesin penjual roti otomatis.



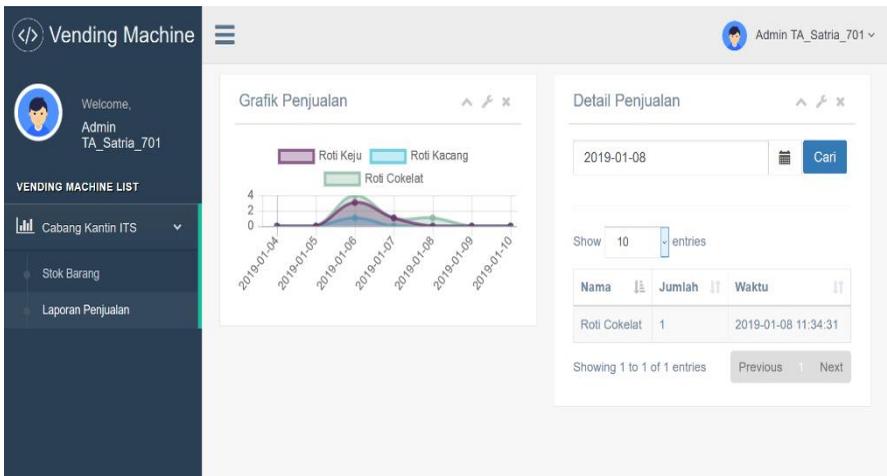
Gambar 3.16 Halaman Login



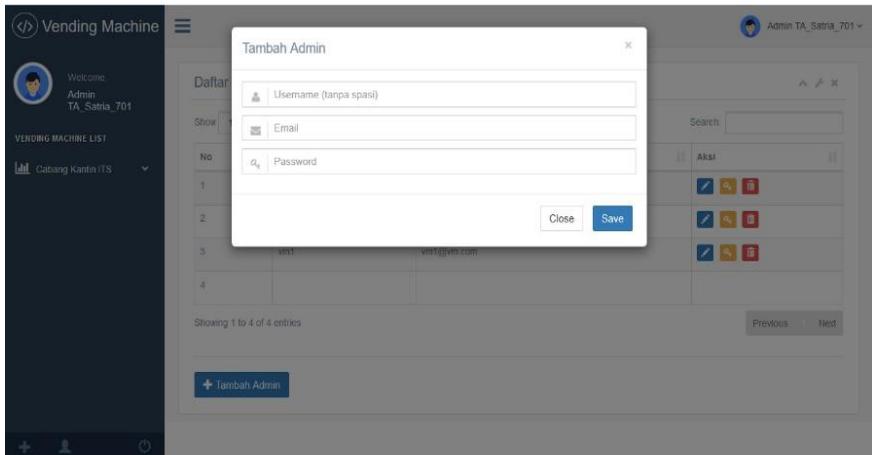
Gambar 3.17 Halaman Utama



Gambar 3.18 Stok Barang

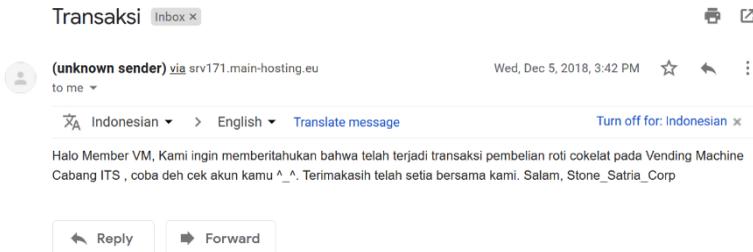


Gambar 3.19 Laporan Penjualan



Gambar 3.20 Penambahan Akun

3.3.6. Pemberitahuan *E-mail*



Gambar 3.21 Notifikasi *E-mail*

Sistem pemberitahuan *email* ini masih menggunakan jasa dari www.hostinger.co.id, disetiap transaksi yang terjadi diberikan *feedback* terhadap server agar juga selain untuk update data pada website namun juga memberikan pemberitahuan kepada penjual berupa *email* dengan konfigurasi sebagai berikut:

```
'protocol' => 'http',  
'smtp_host' => 'mx1.hostinger.co.id',  
'smtp_port' => 587,  
'smtp_user' => 'robot@ta701.tech',  
'smtp_pass' => '*****',  
'mailtype' => 'html',  
'charset' => 'iso-8859-1'
```

3.3.7. Kontrol Suhu *Vending Machine*

Sensor DHT11 pada alat ini difungsikan sebagai sensor suhu didalam *vending machine* ini, dan lampu pijar digunakan sebagai sumber panas. Penulis memberikan dua pilihan suhu pada alat ini yaitu mode *warm*, yang memiliki suhu 42° celcius dan mode *hot* yang memiliki suhu 47°. Sistem yang digunakan ialah berupa on/off pada lampu pijar yang dihubungkan dengan relay. Masing-masing mode memiliki suhu sesuai yang diatur dengan harapan hanya memiliki error $\pm 1^\circ$.

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini akan membahas tentang pengujian dari sistem yang di rancang pada bab sebelumnya. Bab ini bertujuan untuk mendapatkan data analisa pada masing-masing pengujian. Pengujian dilakukan per bagian komponen alat hingga sistem keseluruhan meliputi pengujian sensor, sistem penggerak, mikrokontroler, serta pengiriman data. Pengujian ini di lakukan di Laboratorium Elektronika Dasar, B202, Departemen Teknik Elektro ITS. Gambar dari alat yang berhasil direalisasikan ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Gambar Realisasi Alat

4.1. Pengujian Sensor IR Obstacle

Sebagai tahap awal pada sistem, sensor IR harus benar benar dipastikan dapat berfungsi dengan baik. Langkah pertama yakni memastikan bahwa jarak yang dapat dibaca oleh sensor ini sesuai dengan spesifikasi yang di berikan.



Gambar 4.2 Pengetesan sensor IR obstacle

Setelah pengujian alat, dilakukan kalibrasi pada sensor IR agar sesuai dengan yang dibutuhkan, berdasarkan pengukuran dari jarak sensor terhadap bagian depan *vending machine*, didapatkan jarak yang dibutuhkan yaitu ± 2 cm.



Gambar 4.3 Jarak jangkauan sensor yang dibutuhkan

4.2. Pengujian Sistem Pengeluaran Roti

4.2.1. Pengujian Kawat Spiral

Pengujian kawat spiral bertujuan untuk mengetahui bentuk serta ukuran yang sesuai dengan kebutuhan dari Mesin Penjual Roti Otomatis yang di buat. Penulis melakukan uji coba menggunakan kawat besi bangunan berketebalan 1 mm dan 1,6 mm dan ukuran dari kawat spiral yang penulis gunakan ada 2 macam, yaitu 7,5 cm dan 5 cm dari setiap ketebalan kawat besi dengan jarak dari setiap lingkaran berkisar 4-4,5 cm. Servo dan kawat spiral diletakkan pada rak roti yang memiliki ukuran setiap lonjornya berukuran 8x8x25 cm, dengan demikian setiap lonjor dari rak roti hanya mampu diisi 4 buah roti. Pengujian dilakukan dengan mencoba mendorong maju roti bulat berdiameter rata-rata 6 cm dengan ketebalan rata-rata 2,5 cm dan berat sekitar 50gr di setiap rotinya.



Gambar 4.4 Roti Bahan Uji Coba

Pengujian pertama menggunakan kawat berketebalan 1 mm dan diameter 5 cm. kawat spiral yang digunakan tidak cukup kuat untuk mendorong dan juga karena diameter yang terlalu kecil dari ruang pada rak, roti lebih banyak tidak terdorong dengan sempurna dan keluar dari jalur.

Pengujian kedua menggunakan kawat berketebalan 1,6 mm dan diameter 5 cm, kawat sudah cukup kuat untuk mendorong roti pada setiap putarannya namun ukuran kawat spiral yang masih terlalu kecil membuat roti belum terdorong dengan sempurna.



Gambar 4.5 Kawat Spiral 1 mm diameter 5 cm dan 7,5 cm

Pengujian ketiga menggunakan kawat berketebalan 1 mm dengan diameter 7,5 cm. Dikarenakan diameter yang tidak berbeda jauh dari ukuran ruang yang disediakan, roti yang didorong pada setiap putarannya tidak mudah untuk keluar dari jalur pengeluaran roti pad arak, namun karena menggunakan kawat berketebalan 1 mm, pendorongan masih kurang maksimal dan kawatnya banyak yang tersangkut karena tidak mampu untuk mendorong

Pengujian ke 4 menggunakan kawat berketebalan 1,6 mm dan diameter 7,5 cm, pada pengujian kali ini didapatkan hasil yang optimal dari mendorong roti keluar.



Gambar 4.6 Kawat Spiral 1,6 mm diameter 5 cm dan 7,5 cm

Tabel 4.1. Pengujian dan Penetapan Penggunaan Kawat Spiral.

No	Ketebalan	Diameter	Hasil
1	1 mm	5 cm	Tidak kuat, tidak sesuai dengan ukuran rak
2	1,6 mm	5 cm	Kuat, tidak sesuai dengan ukuran rak
3	1 mm	7,5 cm	Tidak kuat, diameter kawat sesuai dengan ukuran rak
4	1,6 mm	7,5 cm	Kuat, sesuai dengan ukuran rak

4.2.2. Kalibrasi Servo

Dikarenakan pada servo DS04-NFC dalam mendeklarasikan perputaran tidak dapat hanya dengan menuliskan perintah `servo.write(sudut_tujuan)` seperti pada servo biasa pada umumnya, maka kalibrasi servo bertujuan untuk dapat mendapatkan pergerakan perputaran kawat pada servo sebesar 360° .

Kalibrasi servo menggunakan kawat spiral 1,6 mm dengan diameter 7,5 cm, *supply* sebesar 5 VDC 1 A. Pengujian terbagi dalam tiga keadaan, yakni saat rak kosong, terisi setengah dan terisi penuh. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui apakah dengan beban yang berbeda, akan berdampak banyak pada perputaran servo.



Gambar 4.7 Proses Percobaan dan Kalibrasi Servo

Mesin penjual roti otomatis ini memiliki 3 buah servo, masing-masing servo akan di coba karena tiap servo memiliki nilai besaran pulsa PWM yang berbeda-beda untuk mendapatkan perputaran sebesar 360° .

Berikut merupakan hasil dari pengujian yang telah di lakukan untuk

mendapatkan putaran 360° disetiap putarannya.

Tabel 4.2. Hasil Kalibrasi Servo DS04-NFC

No	Servo	Waktu yang dibutuhkan (ms)		
		Kosong	Sebagian	Penuh
1	Servo 1	2050	2200	2200
2	Servo 2	2200	2350	2350
3	Servo 3	1800	2000	2000

Berdasarkan hasil dari uji coba kalibrasi di atas, penulis mengambil nilai saat rak terisi penuh atau sebagian untuk set parameter pada mesin penjual roti otomatis ini.

4.2.3. Pengujian Keberhasilan Mengeluarkan Roti

Pengujian pada keberhasilan mesin penjual roti otomatis ini ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif dari sistem yang telah dipersiapkan baik dari segi bentuk rak dari mesin penjual roti otomatis ini ini, ukuran dan ketebalan kawat yang digunakan, serta set parameter pada servo, agar penulis dapat mengetahui apakah sistem ini sudah layak sebagai sistem pengeluaran roti. Pengujian dilakukan dengan cara mencoba setiap rak, percobaan dilakukan dengan mengatur posisi awal ujung dari kawat spiral, pada posisi 0°, 90°, 180°, 270°. Percobaan masing-masing dilakukan 20 kali.

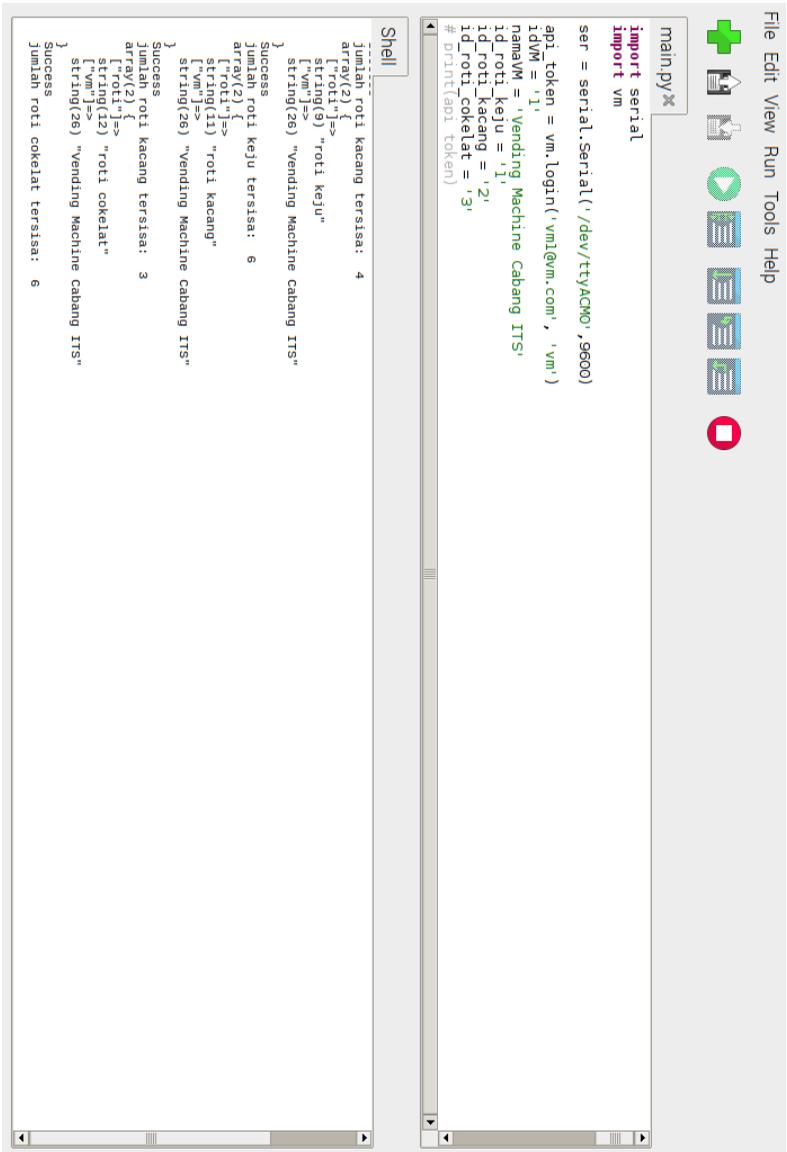
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Pengeluaran Roti

No	Servo	Posisi Ujung Kawat			
		0°	90°	180°	270°
1	Servo 1	20	18	19	19
2	Servo 2	19	19	18	19
3	Servo 3	20	19	19	19

Didapatkan hasil bahwa posisi ujung kawat yang paling baik saat proses pengeluaran roti adalah 0°.

4.3. Pengujian Penerimaan Data pada Raspberry Pi

Pengujian data dari Arduino ke Raspberry bertujuan untuk mengetahui apakah data benar benar telah tersampaikan pada Raspberry dan siap untu dikirimkan ke server.



Gambar 4.8 Pengiriman Data Terhadap Raspberry Pi

Dapat dilihat bahwa pengiriman data Raspberry Pi tidak memiliki masalah, data pun terkirim secara cepat karena Arduino Uno dengan Raspberry terhubung dengan serial USB.

4.4. Pengujian Pengiriman Data pada Server dan Website

Nama	Jumlah	Waktu
Roti Kacang	1	2018-12-05 08:39:23
Roti Kacang	1	2018-12-05 08:40:34
Roti Keju	1	2018-12-05 08:40:51
Roti Kacang	1	2018-12-05 08:41:08
Roti Cokelat	1	2018-12-05 08:42:17
Roti Keju	1	2018-12-05 08:48:11

Gambar 4.9 Uji Coba Website 5 Desember 2018

Dari seluruh data yang diperoleh Raspberry Pi dari Arduino Uno, data tersebut akan langsung dikirimkan terhadap server dan website. Yang perlu diperhatikan atas hal tersebut ialah seberapa cepat dan berapa persentase keberhasilan dari pengiriman tersebut. Uji coba ini dilaksanakan dengan memonitoring langsung dari Raspberry Pi dan website.

Dari hasil yang didapatkan, untuk penyimpanan data dan menampilkan data tersebut pada website memiliki waktu yang beragam, tergantung pada jaringan yang digunakan, namun untuk dalam keadaan stabil, perlu waktu 2-3 detik untuk setiap kali prosesnya.

Website selalu menampilkan data sesuai dengan yang dikirimkan oleh Raspberry Pi, termasuk waktu dan tanggal sesuai dengan tanggal yang tertera pada Raspberry Pi saat menerima data dari Arduino Uno. Termasuk menambahkan beberapa hari untuk menentukan kadaluarsa pada stok roti, juga bergantung pada waktu yang tertera pada Raspberry.

Nama	Jumlah	Kadaluarsa
Roti Keju	5	2018-12-10 08:48:10
Roti Kacang	3	2018-12-10 08:41:06
Roti Cokelat	6	2018-12-10 08:42:15

Gambar 4.10 Penampilan Tenggang Waktu Kadaluarsa pada Website

Namun untuk *update* data pada website tidak dapat secara langsung, perlu memperbaharui halaman setiap kali ingin melihat data yang paling baru.

4.5. Pengujian Email *Feedback* Kepada Penjual

Transaksi - Halo Member VM, Kami ingin memberitahukan bahwa telah terjadi transaksi pembelian roti...	12/5/18
Transaksi - Halo Member VM, Kami ingin memberitahukan bahwa telah terjadi transaksi pembelian roti...	12/1/18
Transaksi - Halo Member VM, Kami ingin memberitahukan bahwa telah terjadi transaksi pembelian roti...	12/1/18
Transaksi - Halo Member VM, Kami ingin memberitahukan bahwa telah terjadi transaksi pembelian roti...	12/1/18
Transaksi - Halo Member VM, Kami ingin memberitahukan bahwa telah terjadi transaksi pembelian roti...	11/27/18
Transaksi - Halo Member VM, Kami ingin memberitahukan bahwa telah terjadi transaksi pembelian roti...	11/27/18
Transaksi - Halo Member VM, Kami ingin memberitahukan bahwa telah terjadi transaksi pembelian roti...	11/27/18
Transaksi - Halo Member VM, Kami ingin memberitahukan bahwa telah terjadi transaksi pembelian roti...	11/27/18
Transaksi - Halo Member VM, Kami ingin memberitahukan bahwa telah terjadi transaksi pembelian roti...	11/27/18

Gambar 4.11 Pengiriman Email Kepada Penjual

Pengiriman email kepada penjual yang penulis gunakan pada tugas akhir ini adalah menggunakan *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP), penulis menggunakan server yang sama dengan server yang digunakan mesin penjual roti otomatis pada setiap aktifitasnya, sehingga saat tidak ada gangguan pada server dan website, maka pada pengiriman emailpun

tidak mengalami gangguan.

Berikut ini adalah konfigurasi SMTP pada www.hostinger.co.id :

```
'protocol' => 'http',  
'smtp_host' => 'mx1.hostinger.co.id',  
'smtp_port' => 587,  
'smtp_user' => 'robot@ta701.tech',  
'smtp_pass' => 'Arina160197',  
'mailtype' => 'html',
```

Berdasarkan pengujian, email selalu berhasil dikirimkan. Delay untuk setiap pengiriman email berbeda-beda, namun modulus waktu delay adalah 1 menit setelah transaksi dilakukan.

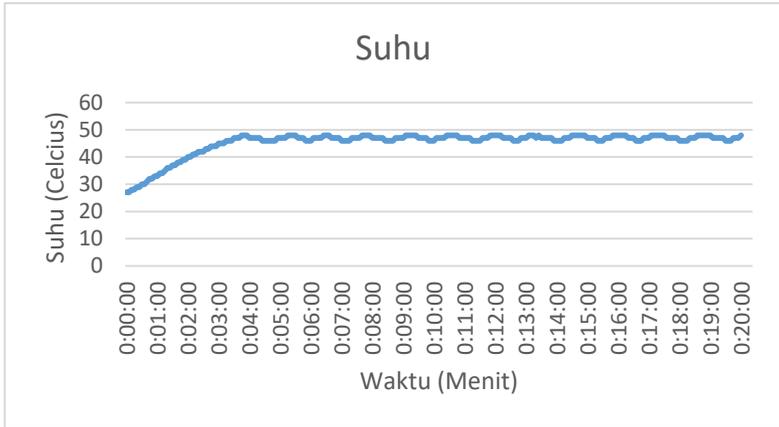
4.6. Pengujian Kontrol Suhu

Seperti yang tertera pada perancangan sistem, pada kontrol suhu, penulis menggunakan DHT11 sebagai sensor suhu pada alat dan lampu pijar digunakan. Pengujian pertama yang dilakukan ialah menguji berapa nilai maximal dan minimal yang dapat dibaca oleh DHT11, lalu dilanjutkan dengan pengujian DHT11 pada *vending machine* yang telah diberikan lampu pijar. Pengujian dilakukan dengan 2 lampu pijar yang memiliki watt berbeda (masing-masing dua buah), diletakan pada sisi kanan tiap rak.

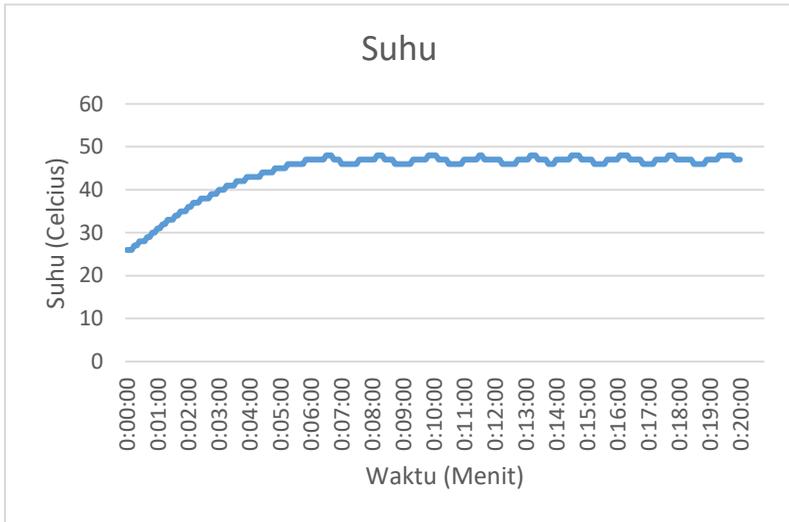
Terdapat 2 skala suhu yang di set pada *vending machine* ini, 42° C dan 47°C, masing percobaan dilakukan selama 20 menit. Berikut hasil yang di dapatkan berdasarkan pengujian.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kontrol Suhu

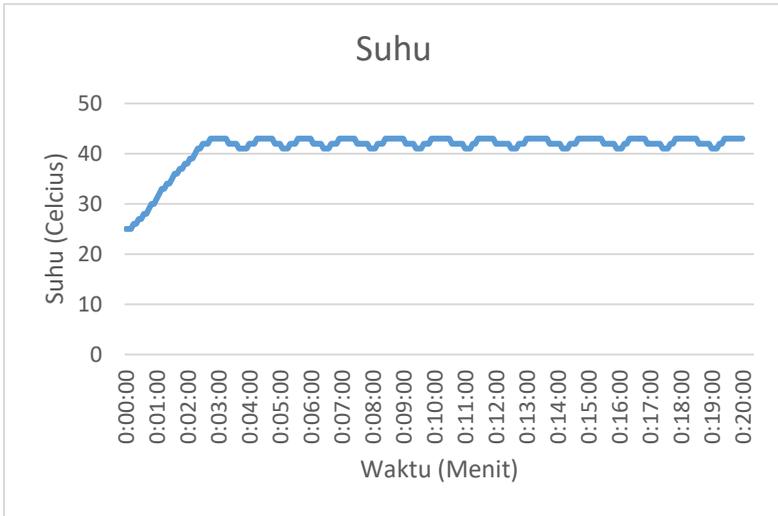
No	Watt Lampu Pijar	Suhu Diinginkan	Percepatan Suhu 27°- Suhu Diinginkan
1	100 Watt	47°C	3 Menit 30 Detik
2	75 Watt	47°C	5 Menit 50 Detik
3	100 Watt	42°C	2 Menit 30 Detik
4	75 Watt	42°C	3 Menit 35 Detik



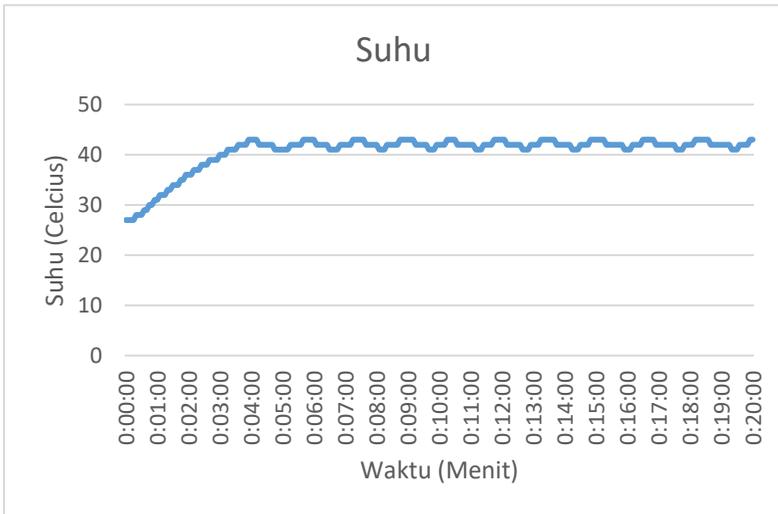
Gambar 4.12 Lampu 100 Watt, Suhu Diinginkan 47°C



Gambar 4.13 Lampu 75 Watt, Suhu Diinginkan 47°C



Gambar 4.14 Lampu 100 Watt, Suhu Diinginkan 42°C



Gambar 4.15 Lampu 75 Watt, Suhu Diinginkan 42°C

Penulis memutuskan untuk menggunakan lampu pijar 100 watt, karena memiliki percepatan kenaikan suhu jauh lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan lampu pijar 75 watt, baik penggunaan suhu 100 watt ataupun 75 watt, suhu yang didapatkan memiliki error suhu $\pm 1^\circ$, dimana saat suhu stabil dari yang diinginkan adalah 42°C , maka suhu yang didapatkan adalah $41^\circ\text{C} - 43^\circ\text{C}$.

4.7. Analisa Keseluruhan Sistem

Mesin penjual roti otomatis Berbasis *Internet of Thing* ini dilengkapi dengan sensor infrared, LCD, servo, kawat spiral, DHT11, relay, lampu pijar, Arduino Uno, dan Raspberry Pi dan setiap komponen saling terhubung satu sama lain. Data akan selalu disimpan pada server yang telah disediakan.

Secara keseluruhan, alat ini mampu bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan pembuatannya. Pertama, sensor IR bekerja dengan baik sebagai pengganti alat pembayaran. Kedua, Servo dan kawat spiral berputar dengan baik sesuai dengan besar derajat yang diinginkan, walaupun masih terkadang terdapat *error*, berupa roti tidak keluar karena posisi yang kurang pas, atau roti tersangkut pada kawat, akan lebih baik kedepannya jika menggunakan dua kawat spiral sekaligus untuk setiap rak roti agar dapat mengurangi resiko roti tersangkut pada kawat. Ketiga pengiriman data dari Arduino Uno menuju Raspberry Pi berjalan secara *real-time*. Keempat, Pengiriman data dari Raspberry Pi kepada server dan menampilkannya pada website tidak ada mengalami masalah. Kelima pengiriman pemberitahuan kepada penjual berupa email juga berjalan dengan baik, walaupun terkadang terjadi delay yang begitu lama saat terjadi server sedang sibuk.

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan pada pelaksanaan tugas akhir ini didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Mesin Penjual Roti Otomatis Berbasis *Internet of Thing* dapat bekerja dengan baik dengan dimensi alat (30 x 60 x 40) cm.
- b. Mesin Penjual Roti Otomatis Berbasis *Internet of Thing* ini memudahkan bagi para penjual yang memiliki keterbatasan ruang namun ingin menambahkan omset pendapat dari penjualan.
- c. Sistem monitoring dengan website akan membantu bagi para penjual yang tidak dapat mengawasi secara langsung *vending machine* yang dimiliki.
- d. Pemberitahuan melalui *email* akan membantu para penjual untuk mendapatkan pemberitahuan secara langsung atas aktifitas yang terjadi pada Mesin Penjual Roti Otomatis Berbasis *Internet of Thing* bagi penjual yang tidak sempat membuka website.
- e. Proses pengiriman data mulai dari Arduino menuju Raspberry sampai server serta penampilan pada website dan pengiriman email tidak mengalami masalah selama jaringan internet dan server tidak mengalami gangguan.
- f. Terjadi beberapa kali kegagalan pada pengeluaran roti apabila set awal ujung kawat spiral tidak sesuai atau dikarenakan roti tersangkut pada kawat.
- g. Pengaturan suhu pada *vending machine* di set pada 2 keadaan, yakni 42°C dan 47°C

5.2. Saran

Sebagai sarana pengembangan Mesin Penjual Roti Otomatis berbasis *Internet of Thing* ini, maka terdapat beberapa saran dari penulis berdasarkan hasil yang diperoleh saat percobaan, yaitu sebagai berikut:

- a. Pada sistem pengeluaran roti, beberapa kali masih terjadi *error*, diantaranya ialah roti yang tersangkut, agar lebih baik, penulis merekomendasikan apabila alat pengeluarannya tetap menggunakan kawat spiral, akan lebih baik jika menggunakan 2 kawat spiral sekaligus untuk setiap baris roti.

- b. *Update* secara *real-time* pada website akan membuat sistem monitoring data pada Mesin Penjual Roti Otomatis lebih baik.
- c. Menambahkan fitur keamanan pada *vending machine*.
- d. Untuk pengaturan suhu akan lebih baik jika menggunakan PID
- e. Menambahkan dimensi pada alat yang dibuat, dan mencari bahan yang lebih baik sehingga *vending machine* terlihat lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. N. Ridwan, "OTOMASI MESIN PENJUALAN MINUMAN BERBASIS MIKROKONTROLER," Universitas Gadjah Mada, 2016.
- [2] "Arduino Uno R3 | ATmega328P Microcontroller Board: Module143." [Online]. Available: <https://www.module143.com/arduino-uno-r3-atmega328p-microcontroller-board>. [Accessed: 01-Dec-2018].
- [3] C. N. A, "DATA LOGGER TINGKAT KEASAMAN DAN SUHU BERBASIS ARDUINO UNO," Universitas Gadjah Mada, 2018.
- [4] "Digital library - Perpustakaan Pusat Unikom - Knowledge Center - Searching | Powered by GDL4.2 | ELIB UNIKOM." [Online]. Available: <http://elib.unikom.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptunikompp-gdl-tauriqdjas-35385&q=raspberry%20pi>. [Accessed: 01-Dec-2018].
- [5] "Raspberry Pi 2 Model B," *Raspberry Pi*. .
- [6] A. N.-133310011 Husein, "MINIATUR PINTU GESER OTOMATIS BERBASIS ARDUINO," diploma, STMIK AKAKOM Yogyakarta, 2017.
- [7] "IR Infrared Obstacle Sensor Module," *Elementz Engineers Guild Private Limited*. [Online]. Available: <https://www.elementzonline.com/ir-infrared-obstacle-avoidance-sensor-module>. [Accessed: 01-Dec-2018].
- [8] 1417051033 DEDDY PRATAMA, "SISTEM INFORMASI PENILAIAN KESEHATAN HUTAN BERBASIS WEB DENGAN FRAMEWORK LARAVEL," 16-Aug-2018. [Online]. Available: <http://digilib.unila.ac.id/54321/>. [Accessed: 01-Dec-2018].
- [9] "MicroSD," *Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*. 30-Oct-2016.
- [10] "SanDisk Ultra Plus 32GB microSD Memory Card : Target." [Online]. Available: <https://www.target.com/p/sandisk-ultra-plus-32gb-microsd-memory-card/-/A-14413251>. [Accessed: 01-Dec-2018].
- [11] P. S. K, "PERBANDINGAN KINERJA WEB SERVER APACHE DAN NODE.JS PADA PLATFORM RASPBERRY PI," Universitas Gadjah Mada, 2018.
- [12] F. Hutabarat, "PROTOTIPE SISTEM INFORMASI PERIZINAN

- BERBASIS WEB,” Universitas Gadjah Mada, 2018.
- [13] M. Kasim, “Penggunaan dokumen XML sebagai database pada free web hosting,” Universitas Gadjah Mada, 2003.
- [14] 081211332008 FADLY DWI KARDIANTO, “RANCANG BANGUN MONITORING TEMPERATUR BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK PENGUKURAN TEMPERATUR PADA EKSPERIMEN TARA KALOR MEKANIK,” skripsi, Universitas Airlangga, 2017.
- [15] “1602 16x2 Blue LCD Module,” *ElectroDragon*. .
- [16] D. Oktanugraha, “PERANCANGAN ANTARMUKA I2C PADA SENSOR CO2 MHZ-19,” May 2018.
- [17] “Bekerja dengan I2C LCD dan Arduino – Saptaji.com.” [Online]. Available: <http://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/>. [Accessed: 01-Dec-2018].
- [18] “DHT11 Sensor Pinout, Features, Equivalentents & Datasheet.” [Online]. Available: [/dht11-temperature-sensor](#). [Accessed: 13-Dec-2018].
- [19] T. Aldi, “MONITORING SUHU RUANGAN SERVER BERBASIS RASPBERRY PI MENGGUNAKAN SENSOR SUHU DHT11,” other, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2016.
- [20] S. M. S. Arifin *et al.*, “Smart vending machine based on SMS gateway for general transactions,” in *2017 15th International Conference on Quality in Research (QiR) : International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, 2017, pp. 34–39.
- [21] H. Gu, S. Qiao, and J. Tian, “A Wireless Vending Machine System Based on GSM,” in *2006 6th World Congress on Intelligent Control and Automation*, 2006, vol. 2, pp. 8501–8504.

LAMPIRAN A

Program Arduino Mesin Penjual Roti Otomatis Berbasis Internet of Thing

```
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
Servo myservo;

int obstaclePin = 2;
int obstaclePinOut = 7;
int hasObstacle = HIGH;
int hasObstacleOut = HIGH;
const int buttonPinFull = 3;
const int buttonPin1 = 4;
const int buttonPin2 = 5;
const int buttonPin3 = 6;
int jumlahbarangA = 10;
int jumlahbarangB = 10;
int jumlahbarangC = 10;

int buttonStateFull = 0;
int buttonState1 = 0;
int buttonState2 = 0;
int buttonState3 = 0;

int TombolIsiUlang;
int AdaKoinMasuk;
int AmbilBarang = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin();

  pinMode(obstaclePin, INPUT);
  pinMode(obstaclePinOut, INPUT);
```

```

pinMode(buttonPinFull, INPUT);
pinMode(buttonPin1, INPUT);
pinMode(buttonPin2, INPUT);
pinMode(buttonPin3, INPUT);

}

void loop()
{
  hasObstacle = digitalRead(obstaclePin);
  hasObstacleOut = digitalRead(obstaclePinOut);
  buttonStateFull = digitalRead(buttonPinFull);
  buttonState1 = digitalRead(buttonPin1);
  buttonState2 = digitalRead(buttonPin2);
  buttonState3 = digitalRead(buttonPin3);

  switch(AmbilBarang)
  {
    case 0:
      Serial.println("Memulai Alat");
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("  Tap Kartu  ");
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("      Anda      ");

      if (buttonStateFull == HIGH)
      {
        jumlahbarangA = 10;
        jumlahbarangB = 10;
        jumlahbarangC = 10;
        Serial.println("Barang Penuh");
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("      Barang      ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("      Penuh      ");

        Serial.println("F");
        delay(1000);
      }
    }
  }

```

```

    }
    else if (hasObstacle == LOW)
    {
        Serial.println("Ada Kartu yang di Tap");
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("  Pilih Barang  ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("      Anda      ");
        AmbilBarang=1;
        delay(1000);
    }
    break;

    case 1:
        Serial.println("Case Ambil Barang 1");
        if (buttonState1 == HIGH && buttonState2 == LOW &&
buttonState3 == LOW )
        {
            if (jumlahbarangA > 0)
            {
                jumlahbarangA --;
                AmbilBarang=2;
            }
            else
            {
                AmbilBarang=5;
            }
        }
        else if (buttonState1 == LOW && buttonState2 == HIGH
&& buttonState3 == LOW )
        {
            if (jumlahbarangB > 0)
            {
                jumlahbarangB --;
                AmbilBarang=3;
            }
            else
            {

```

```

        AmbilBarang=5;
    }
}
else if (buttonState1 == LOW && buttonState2 == LOW &&
buttonState3 == HIGH )
{
    if (jumlahbarangC > 0)
    {
        jumlahbarangC --;
        AmbilBarang=4;
    }
    else
    {
        AmbilBarang=5;
    }
}
break;

```

case 2:

```

Serial.println("Case Ambil Barang 2"); kanan atas
myservo.attach(8);
myservo.writeMicroseconds(1000);
delay(2350);
myservo.attach(11);

```

```

Serial.print("Jumlah    Barang    A    tersisa    ");
Serial.print(jumlahbarangA); Serial.println(" buah.");
Serial.println("A--");

```

```

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("    Selamat    ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("    Menikmati    ");
delay(1000);
AmbilBarang=0;
break;

```

case 3:

```

Serial.println("Case Ambil Barang 3");kiri atas
myservo.attach(9);
myservo.writeMicroseconds(1000);
delay(2200);
myservo.attach(11);

Serial.print("Jumlah Barang B tersisa ");
Serial.print(jumlahbarangB); Serial.println(" buah.");
Serial.println("B--");

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" Selamat ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" Menikmati ");
delay(1000);
AmbilBarang=0;
break;

case 4:
Serial.println("Case Ambil Barang 4");
myservo.attach(10);
myservo.writeMicroseconds(1000);
delay(2000);
myservo.attach(11);

Serial.print("Jumlah Barang C tersisa ");
Serial.print(jumlahbarangC); Serial.println(" buah.");
Serial.println("C--");
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" Selamat ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" Menikmati ");
delay(1000);
AmbilBarang=0;
break;

case 5:
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" Barang ");

```

```
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("      Habis      ");
    delay(200);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("      -Pilih-      ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("      Lagi      ");
    delay(100);
    AmbilBarang=1;

    break;
}

}
```

LAMPIRAN B

Program Pembacaan Data Arduino pada Raspberry Pi

```
import serial
import vm

ser = serial.Serial('/dev/ttyACM0',9600)

api_token = vm.login('vm1@vm.com', 'vm')
idVM = '1'
namaVM = 'Vending Machine Cabang ITS'
id_roti_keju = '1'
id_roti_kacang = '2'
id_roti_cokelat = '3'
# print(api_token)

jumlah_peringatan = 3
jumlah_maksimal = 10

while True:
    cmd = ser.readline()
    # print(cmd)
    if cmd == b'A--\r\n':
        # print("barang A--")
        jumlah = vm.cek_jumlah_barang(api_token, id_roti_keju)

        if jumlah <= jumlah_peringatan:
            print('PERINGATAN!!! segera isi ulang roti keju.')

        if jumlah <= 0:
            print('PERINGATAN!!! roti keju habis.')
        else:
            vm.update_jumlah_barang(api_token, id_roti_keju,
jumlah - 1)
            vm.tambah_transaksi(api_token, idVM, id_roti_keju, 1)
            vm.virus('roti keju', namaVM)
            jumlah = vm.cek_jumlah_barang(api_token,
id_roti_keju)
```

```

print('jumlah roti keju tersisa: ', jumlah)

elif cmd == b'B--\r\n':
    #print("barang B--")
    jumlah = vm.cek_jumlah_barang(api_token, id_roti_kacang)

    if jumlah <= jumlah_peringatan:
        print('PERINGATAN!!! segera isi ulang roti kacang.')

    if jumlah <= 0:
        print('PERINGATAN!!! roti kacang habis.')
    else:
        vm.update_jumlah_barang(api_token, id_roti_kacang,
jumlah - 1)
        vm.tambah_transaksi(api_token, idVM, id_roti_kacang,
1)
        vm.virus('roti kacang', namaVM)
        jumlah = vm.cek_jumlah_barang(api_token,
id_roti_kacang)

    print('jumlah roti kacang tersisa: ', jumlah)
elif cmd == b'C--\r\n':
    #print("barang C--")
    jumlah = vm.cek_jumlah_barang(api_token, id_roti_cokelat)

    if jumlah <= jumlah_peringatan:
        print('PERINGATAN!!! segera isi ulang roti cokelat.')

    if jumlah <= 0:
        print('PERINGATAN!!! roti cokelat habis.')
    else:
        vm.update_jumlah_barang(api_token, id_roti_cokelat,
jumlah - 1)
        vm.tambah_transaksi(api_token, idVM, id_roti_cokelat,
1)
        vm.virus('roti cokelat', namaVM)
        jumlah = vm.cek_jumlah_barang(api_token,
id_roti_cokelat)

```

```

        print('jumlah roti coklat tersisa: ', jumlah)
    elif cmd == b'F\r\n':
        # print("barang F(ull)")
        vm.update_jumlah_barang(api_token, id_roti_keju,
jumlah_maksimal)
        vm.update_jumlah_barang(api_token, id_roti_kacang,
jumlah_maksimal)
        vm.update_jumlah_barang(api_token, id_roti_cokelat,
jumlah_maksimal)

jumlah = vm.cek_jumlah_barang(api_token, id_roti_keju)
print('jumlah roti keju tersisa: ', jumlah)
jumlah = vm.cek_jumlah_barang(api_token, id_roti_kacang)
print('jumlah roti kacang tersisa: ', jumlah)
jumlah = vm.cek_jumlah_barang(api_token, id_roti_cokelat)
print('jumlah roti coklat tersisa: ', jumlah)

```

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

LAMPIRAN C

Program Pengiriman Data dari Raspberry Pi menuju Server

```
import json
import requests
import datetime

base_url = 'http://ta701.tech/vending_machine_api/public/'
headers = {'Content-Type': 'application/json'}
# response = requests.get(base_url, headers = headers)
# print(response.content.decode('utf-8'))

def login(email, password):
    body = {'email': email, 'password': password}
    response = requests.post(base_url + '/login', headers = headers, json = body)
    message = json.loads(response.content.decode('utf-8'))
    # print(message['api_token'])
    return message['api_token']

def cek_jumlah_barang(api_token, id_roti_keju):
    response = requests.get(base_url + '/barang/' + id_roti_keju +
'?api_token=' + api_token, headers = headers)
    message = json.loads(response.content.decode('utf-8'))
    return message['jumlah']

def update_jumlah_barang(api_token, id_roti_keju, jumlah):
    kadaluarsa = datetime.datetime.now() + datetime.timedelta(days =
5)
    kadaluarsa = str(kadaluarsa.replace(microsecond=0))
    body = {'jumlah': jumlah, 'kadaluarsa': kadaluarsa}
    response = requests.put(base_url + '/barang/' + id_roti_keju +
'?api_token=' + api_token, headers = headers, json = body)
    message = json.loads(response.content.decode('utf-8'))

def tambah_transaksi(api_token, idVM, idBarang, jumlah):
    body = {'idVM': idVM, 'idBarang': idBarang, 'jumlah': jumlah}
    response = requests.post(base_url + '/transaksi?api_token=' +
api_token, headers = headers, json = body)
```

```
message = json.loads(response.content.decode('utf-8'))

def virus(roti, vm):
    data_virus = {'roti': roti, 'vm': vm}
    response = requests.post('http://ta701.tech/virus', data = data_virus)
    message = response.content.decode('utf-8')
    print(message)

"""
api_token = message['api_token']
response = requests.get(base_url + '/vm?api_token=' + api_token,
headers = headers)
message = json.loads(response.content.decode('utf-8'))
print(message)
"""
```

LAMPIRAN D
Program Pengaturan Suhu

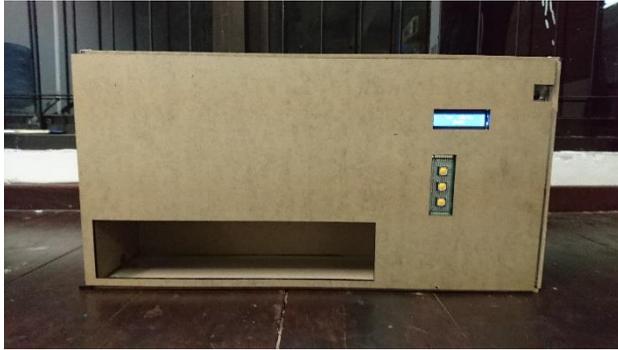
```
#include <DHT.h>
DHT dht(3, DHT11); //Pin, Jenis DHT
int relay1 = 2;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop(){
  delay(5000);
  float kelembaban = dht.readHumidity();
  float suhu = dht.readTemperature();
  pinMode(relay1, OUTPUT);

  if (suhu <= 41.00)
  {
    digitalWrite(relay1, LOW);
    //Serial.println("ON");
  }
  else if ( suhu >= 43.00)
  {
    digitalWrite(relay1, HIGH);
    //Serial.println("OFF");
  }
  Serial.println(suhu);
}
```

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

LAMPIRAN E
Dokumentasi Tugas Akhir





BIODATA PENULIS



Satria Hafizhuddin lahir di Auntai pada tanggal 16 Januari 1997 merupakan anak pertama dari 4 bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 021 Samarinda, dilanjutkan pendidikan tingkat menengah di MTsN Model Samarinda, dan sekolah tingkat atas di MA Darul Ihsan Samarinda.. Penulis memulai kehidupan perkuliahan pada tahun 2014 di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi

Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan dan organisasi mulai dari tingkat jurusan hingga nasional. Selain itu, penulis juga merupakan anggota aktif pada sebuah tim robot dan pernah menjadi ketua tim selama 1,5 tahun.

Email : satriahafizhuddin@yahoo.co.id
Hp/WA : 081340694406
Facebook : Satria Hafizhuddin

