



**DESAIN DAN UJI KINERJA ALAT PEREKAM DATA  
GETARAN, KELEMBABAN, DAN SUHU PADA PROSES  
DISTRIBUSI KOMODITAS PERTANIAN MENGGUNAKAN  
ANGKUTAN DARAT**

**SKRIPSI**

Oleh

**Himma Muhammad I.  
131710201035**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**DESAIN DAN UJI KINERJA ALAT PEREKAM DATA  
GETARAN, KELEMBABAN, DAN SUHU PADA PROSES  
DISTRIBUSI KOMODITAS PERTANIAN MENGGUNAKAN  
ANGKUTAN DARAT**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Pertanian (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Himma Muhammad I.  
131710201035**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. I.B. Suryaningrat, S.TP., M.M.

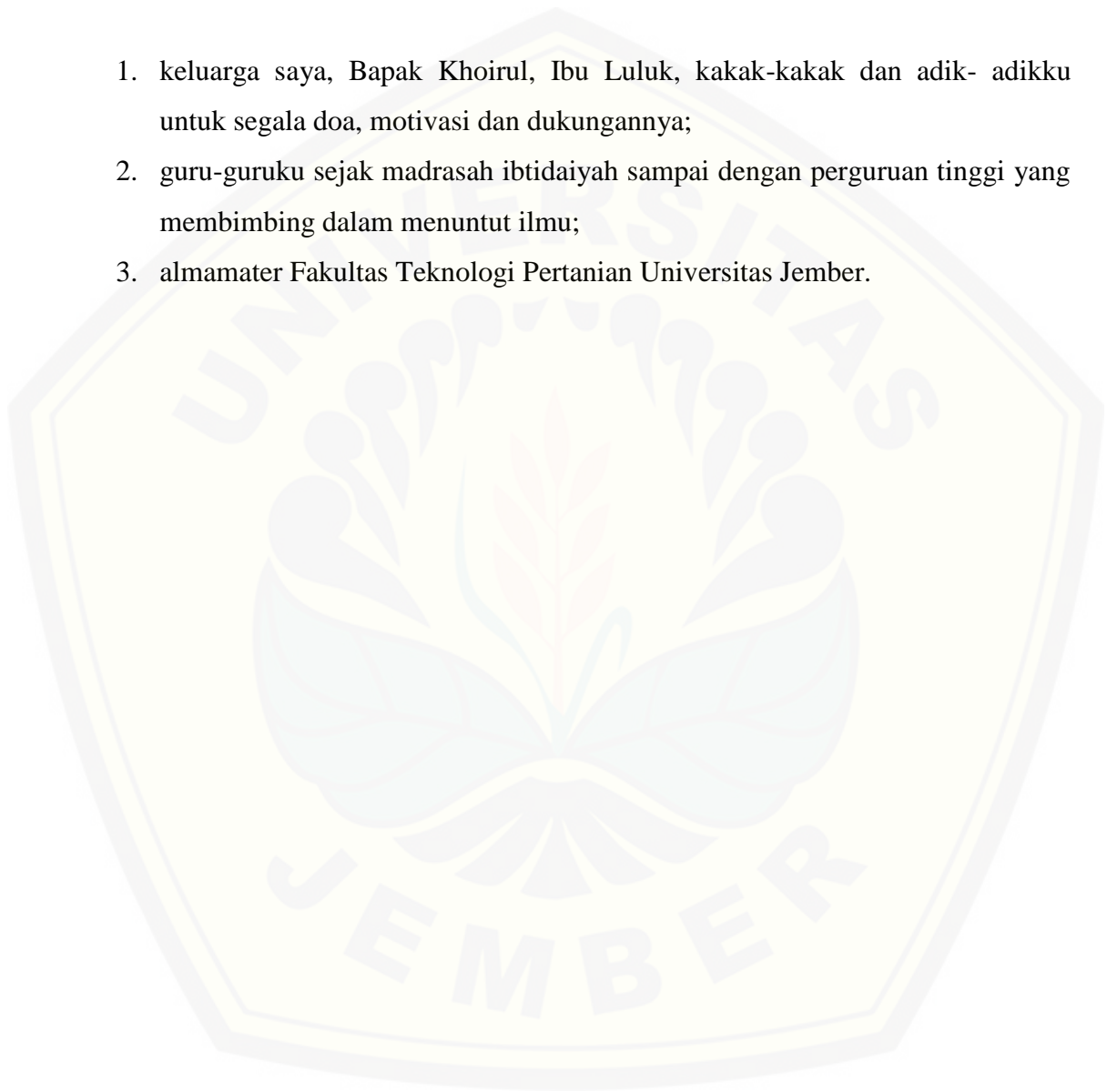
**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. keluarga saya, Bapak Khoirul, Ibu Luluk, kakak-kakak dan adik-adikku untuk segala doa, motivasi dan dukungannya;
2. guru-guruku sejak madrasah ibtidaiyah sampai dengan perguruan tinggi yang membimbing dalam menuntut ilmu;
3. almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

Dan Aku tidak menciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka mengabdikan kepada-Ku.

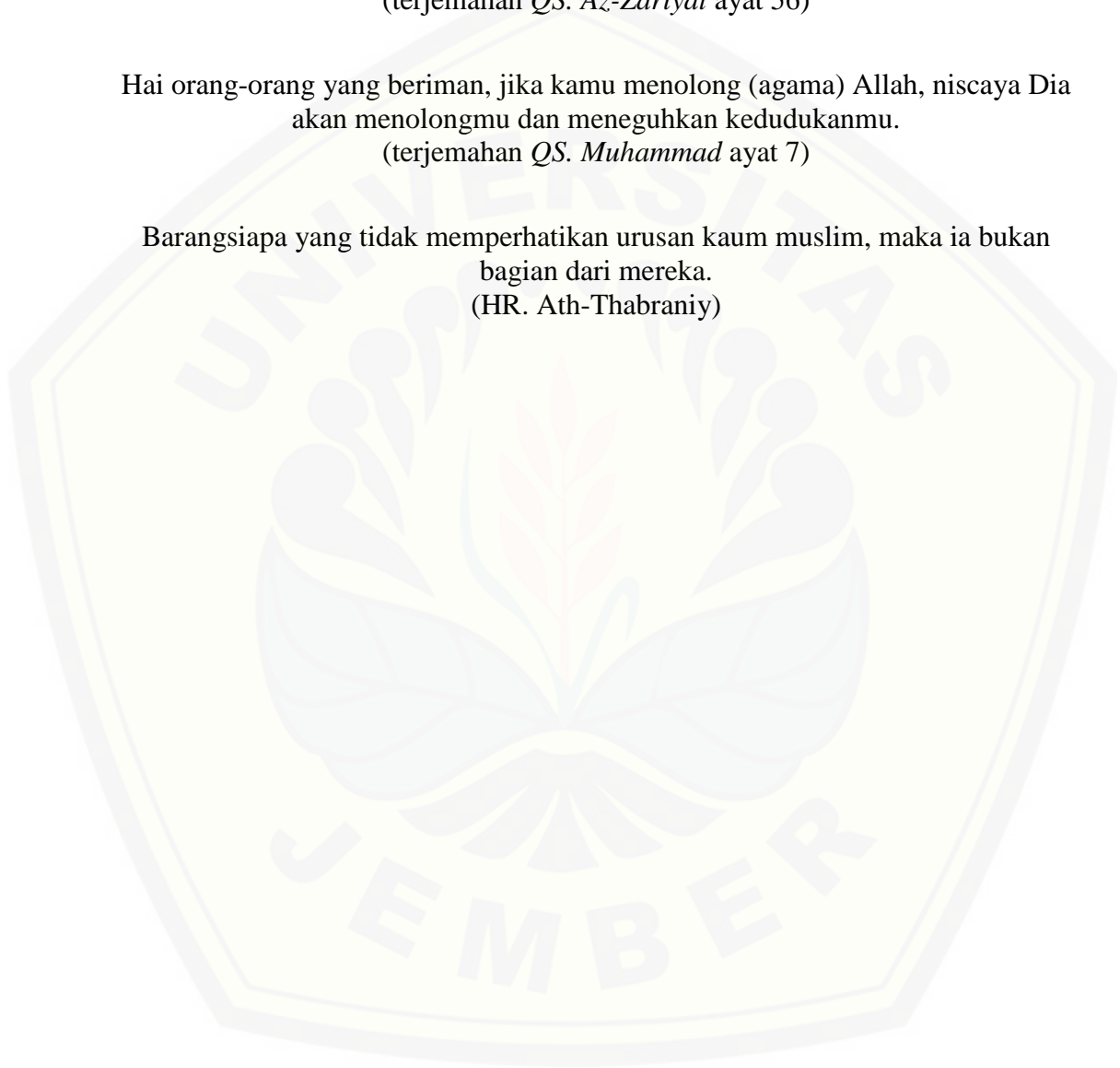
(terjemahan *QS. Az-Zariyat* ayat 56)

Hai orang-orang yang beriman, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.

(terjemahan *QS. Muhammad* ayat 7)

Barangsiapa yang tidak memperhatikan urusan kaum muslim, maka ia bukan bagian dari mereka.

(HR. Ath-Thabraniy)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Himma Muhammad I.

NIM : 131710201035

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Desain dan Uji Kinerja Alat Perekam Data Getaran, Kelembaban, dan Suhu pada Proses Distribusi Komoditas Pertanian Menggunakan Angkutan Darat” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenarannya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2017

Yang menyatakan,

Himma Muhammad I.  
NIM 131710201035

**SKRIPSI**

**DESAIN DAN UJI KINERJA ALAT PEREKAM DATA  
GETARAN, KELEMBABAN, DAN SUHU PADA PROSES  
DISTRIBUSI KOMODITAS PERTANIAN MENGGUNAKAN  
ANGKUTAN DARAT**

Oleh

Himma Muhammad I.  
NIM 131710201035

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. I.B. Suryaningrat, S.TP., M.M.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Desain dan Uji Kinerja Alat Perekam Data Getaran, Kelembaban, dan Suhu pada Proses Distribusi Komoditas Pertanian Menggunakan Angkutan Darat” telah diuji dan disahkan pada:

hari :  
tanggal :  
tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng.  
NIP. 196312121990031002

Dr. I.B Suryaningrat, S.TP., M.M.  
NIP. 197008031994031004

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Bayu Taruna W. P., S.TP., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 198410082008121002

Widya Cahyadi, S.T., M.T.  
NIP. 198511102014041001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M. Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**“Desain dan Uji Kinerja Alat Perekam Data Getaran, Kelembaban, dan Suhu pada Proses Distribusi Komoditas Pertanian Menggunakan Angkutan Darat”**; Himma Muhammad I., 131710201035; 2017; 51 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Pertanian merupakan sektor penting yang menghasilkan berbagai macam komoditas yang dibutuhkan oleh manusia. Namun, sebagian besar komoditas pertanian memiliki karakteristik yang mudah rusak dan busuk. Tingkat kerusakan yang terjadi selama proses pascapanen pada buah dan sayur berkisar antara 22% sampai 78%. Salah satu kerusakan pada komoditas pertanian terjadi pada proses distribusi (transportasi). Untuk mencegah terjadinya kerusakan selama transportasi, dapat dilakukan monitoring untuk memantau kondisi komoditas pertanian. Salah satu kondisi yang dapat dipantau adalah kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi komoditas pertanian. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat alat perekam data yang menunjukkan kondisi lingkungan selama proses transportasi. Dalam penelitian ini, alat perekam data dibuat menggunakan Raspberry Pi dan Arduino. Pengambilan data lingkungan dilakukan dengan menggunakan sensor yang terdiri dari sensor getaran, sensor kelembaban dan suhu serta sensor GPS. Penelitian dilakukan dengan dua tahap pengujian yaitu, uji laboratorium dan uji lapang. Uji laboratorium dilakukan dengan memberikan perlakuan berupa peletakan alat pada ruangan ber-AC dan pada ruangan yang diberi garam dapur. Data yang diambil pada uji laboratorium adalah data kelembaban dan suhu yang kemudian dilakukan perbandingan antara alat perekam dengan higrometer digital. Pada uji lapang, alat perekam diuji pada rute jalan yang dimulai dari pengepul di dusun Krajan, Temuguruh, Sempu, Banyuwangi yang akan dibawa ke Jember tepatnya pada pasar Sempolan, Kalisat, dan Arjasa. Data hasil perekaman disimpan dalam kartu memori dengan format “.txt”. Hasil penelitian yang didapatkan pada pengujian laboratorium pada ruangan ber-AC yang memiliki rata-rata perbedaan kelembaban sebesar 2,67% dan rata-rata perbedaan suhu sebesar 0,79°C. Sedangkan pada ruangan yang diberi garam dapur memiliki rata-rata perbedaan kelembaban sebesar 4,48% dan rata-rata perbedaan suhu sebesar 0,47°C. Hasil pengujian lapang menunjukkan kondisi lingkungan pada rute jalan yang digunakan memiliki nilai getaran rata-rata sebesar 2058,24 Hz, dan nilai kelembaban rata-rata sebesar 87,67%, serta nilai suhu rata-rata adalah 23,60°C.



## SUMMARY

**“Design and Performance Tests of Vibration, Humidity, and Temperature Data Recorder on Distribution Process of Agricultural Commodities Using Land Transport”**; Himma Muhammad I., 131710201035; 2017; 51 pages; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

Agriculture is a crucial sector which produces a wide variety of commodities are needed by human. However, most agricultural products are perishable and foul. The extent of damage occurring during the postharvest process in fruits and vegetables ranged from 22% to 78%. One of the damage of agricultural commodities occurs in the process of distribution (transportation). For prevent the damage during transportation, can be done by monitoring the conditions of agricultural products. One of the conditions which can be monitored is an environmental parameters. Therefore, this study aimed to create a data recorder for environmental parameters during the transportation. In this study, the data recorder was made using Raspberry Pi and Arduino. Environmental data retrieval is carried out using vibration sensors, humidity and temperature sensors as well as GPS sensors. The study was conducted with two stages of testing, including laboratory tests and field test. Laboratory test was done in air-conditioned room and in room which have been given kitchen salt before. Data that had been taken on laboratory test are moisture and temperature which then were compared between recorder and digital hygrometer. In the field test, the data recorder was tested on a road route starting from collectors in the Krajan, Temuguruh, Sempu, Banyuwangi to be brought to Jember precisely at the Sempolan, Kalisat and Arjasa markets. Recorded data was stored in memory card with ".txt" format. The research obtained laboratory test results in air-conditioned room that has an average humidity difference of 2.67% and average temperature difference of 0.79 °C. Whereas in the room with kitchen salt has an average humidity difference of 4.48% and the average temperature difference of 0.47 °C. Field test results showed that the environmental conditions on the road route had an average vibration value of 2058.24 Hz, and an average humidity value of 87.67%, and the average temperature value was 23.60 °C.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Desain dan Uji Kinerja Alat Perekam Data Getaran, Kelembaban, dan Suhu pada Proses Distribusi Komoditas Pertanian Menggunakan Angkutan Darat”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. kedua orang tua, Bapak Khoirul dan Ibu Luluk serta saudara kandungku yang selalu mendoakan, memotivasi dan memberikan ilmu dan pengalaman serta pengarahan untuk menjadi yang terbaik;
2. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Dr. I.B. Suryaningrat, S.TP., M.M., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Widya Cahyadi, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman serta bimbingan yang diberikan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terimakasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;

8. semua sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah memberikan inspirasi dan motivasi untuk tetap maju;
9. semua pihak yang tidak bisa disebut satu persatu, yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi dapat bermanfaat bagi semua orang.

Jember, Desember 2017

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBING .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	ix
PRAKATA .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Supply Chain</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 Proses Distribusi</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3 Raspberry Pi</b> .....	<b>7</b>
<b>2.4 Bahasa Pemrograman Python</b> .....	<b>9</b>
<b>2.5 Komponen Elektronika</b> .....	<b>9</b>
2.5.1 Arduino .....	9
2.5.2 DHT22 .....	10
2.5.3 Sensor Getaran 801s Vibration .....	11
2.5.4 GPS .....	11

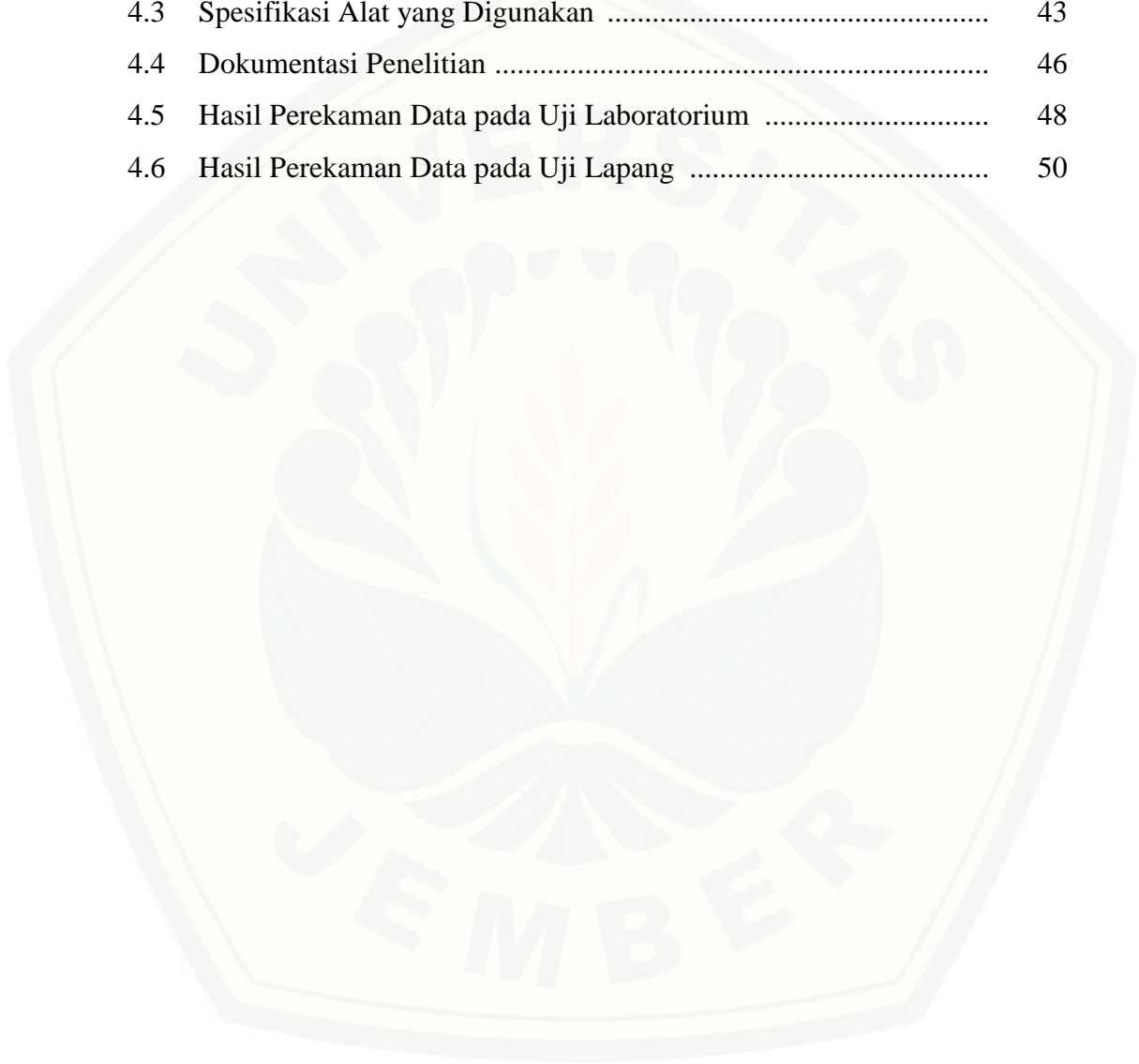
2.5.5 Powerbank .....	12
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	13
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	13
<b>3.2 Bahan dan Alat</b> .....	13
3.2.1 Bahan .....	13
3.2.2 Alat .....	13
<b>3.3 Tahapan Penelitian</b> .....	13
<b>3.4 Tahapan Perancangan</b> .....	15
3.4.1 Rancangan Operasional .....	15
3.4.2 Rancangan Fungsional .....	16
3.4.3 Rancangan Struktural .....	17
3.4.4 Rancangan Industri .....	18
<b>3.5 Tahap Pembuatan</b> .....	19
3.5.1 Pemrograman .....	19
3.5.2 Pembuatan Alat dan Rangkaian Elektronik .....	19
<b>3.6 Uji Kinerja</b> .....	19
3.6.1 Pengujian Alat dan Rangkaian Elektronik .....	19
3.6.2 Pengambilan Data .....	20
3.6.3 Pengolahan dan Analisis Data .....	21
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	22
<b>4.1 Hasil Perancangan Alat Perekam Data</b> .....	22
<b>4.2 Hasil Pengujian Alat Perekam Data</b> .....	23
4.2.1 Pengujian Laboratorium .....	23
4.2.2 Pengujian Lapang .....	27
<b>4.3 Kendala-Kendala Pengujian Alat Perekam Data</b> .....	34
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	35
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	35
<b>5.2 Saran</b> .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	36
<b>LAMPIRAN</b> .....	38

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Penurunan barang pada pasar .....	5
2.2 Pengiriman komoditas pertanian ke pasar .....	6
2.3 Raspberry Pi 2 model-B .....	8
2.4 Arduino Uno .....	10
2.5 DHT22 .....	11
2.6 801s <i>Vibration</i> .....	11
2.7 GPS Ublox NEO 6M .....	12
3.1 Diagram alir penelitian .....	14
3.2 Diagram alir program .....	15
3.3 Diagram rancangan fungsional .....	16
3.4 Rancangan struktural alat perekam data .....	18
4.1 Hasil perancangan alat perekam data .....	22
4.2 Data hasil pengamatan parameter kelembaban pada ruangan ber-AC .....	24
4.3 Data hasil pengamatan parameter kelembaban menggunakan perlakuan garam dapur .....	24
4.4 Data hasil pengamatan parameter suhu pada ruangan ber-AC .....	25
4.5 Data hasil pengamatan parameter suhu menggunakan perlakuan garam dapur .....	26
4.6 Hasil impor data koordinat GPS ke google earth .....	28
4.7 Data hasil pengamatan parameter getaran pada proses transportasi .....	29
4.8 Data hasil pengamatan parameter kelembaban dalam proses transportasi .....	31
4.9 Data hasil pengamatan parameter suhu pada proses transportasi .....	33

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
4.1 Hasil Perancangan Program Raspberry Pi .....	38
4.2 Hasil Perancangan Program Arduino .....	39
4.3 Spesifikasi Alat yang Digunakan .....	43
4.4 Dokumentasi Penelitian .....	46
4.5 Hasil Perekaman Data pada Uji Laboratorium .....	48
4.6 Hasil Perekaman Data pada Uji Lapang .....	50



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting di setiap negara, terutama di Indonesia yang merupakan negara agraris. Sektor pertanian menghasilkan berbagai macam komoditas yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Namun, sebagian besar komoditas pertanian memiliki karakteristik yang mudah rusak dan busuk disebabkan oleh faktor fisik, mekanis, dan kimiawi. Tingkat kerusakan yang terjadi selama proses pascapanen pada buah dan sayur berkisar antara 22% sampai 78%. Prosentase kehilangan produksi tomat di negara berkembang mencapai 50%. Hal tersebut terjadi sejak panen dikarenakan penanganan yang kurang baik, keterlambatan hasil sampai di konsumen, cara bongkar/muat yang kasar dan penggunaan kemasan yang tidak memadai serta keadaan yang tidak menguntungkan selama pengangkutan (Apriyanti, 2013; Florkowski et al., 2009).

Salah satu kerusakan pada tomat terjadi pada proses pendistribusian (transportasi). Proses pendistribusian sering dilakukan dengan menggunakan truk atau mobil. Saat pengangkutan terjadi, tomat mengalami getaran dan tekanan yang menyebabkan luka memar. Getaran yang terjadi selama pengangkutan terjadi karena kasarnya permukaan jalan, jarak yang ditempuh, kecepatan perjalanan, proses pengemasan dan pemuatan barang. Komponen getaran pada kendaraan yang mempunyai pengaruh besar selama proses pengiriman buah dengan menggunakan kendaraan adalah getaran vertikal, karena komponen getaran dengan arah vertikal lebih besar (Apriyanti, 2013).

Laju respirasi merupakan proses metabolisme yang mempengaruhi mutu dan kesegaran buah. Laju respirasi sering digunakan untuk menentukan laju penurunan mutu dan kesegaran buah. Semakin cepat laju respirasi pada suatu komoditi, semakin cepat juga penurunan mutunya. Suhu dan kelembaban merupakan faktor dapat mempengaruhi laju respirasi. Pada tomat, laju respirasi yang terjadi termasuk sedang sampai tinggi. Laju respirasi yang tinggi dapat dipengaruhi oleh lingkungan yang tidak stabil terkait kondisi suhu dan kelembabannya. Hal tersebut akan menyebabkan kerusakan pada buah tomat juga



semakin tinggi. Menurut Pantastico (1997), suhu 15,4°C sampai 22°C dapat mengurangi kerusakan buah tomat sehingga dapat memperpanjang daya simpan, sebaliknya penyimpanan buah tomat di bawah 7,2°C akan terjadi *chilling injury* yang dapat mengakibatkan penampakan warna merah berkurang, buah lunak dan busuk, sehingga daya simpannya menurun. Sedangkan Kelembaban yang diperlukan dalam proses penyimpanan buah tomat matang hijau berkisar antara 85-90% (Zulkarnain, 2013).

Berdasarkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas komoditas pertanian tersebut, diperlukan pemantauan terhadap getaran, kelembaban, dan suhu selama proses distribusi. Pemantauan dapat dilakukan dengan merekam data yang digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan selama proses distribusi. Selain itu, data juga dapat digunakan untuk analisis guna menentukan metode penyimpanan dan pengemasan tomat yang baik. Dalam perekaman data, pemantauan lokasi juga perlu dilakukan untuk mengetahui lokasi yang mempengaruhi bahan. Perekaman data untuk mengetahui kondisi lingkungan tersebut dapat digunakan untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan mekanis yang besar. Pengambilan data selama proses distribusi dapat dilakukan menggunakan alat untuk memudahkan mendapatkan data.

Perkembangan teknologi yang sudah semakin maju dapat mendukung kebutuhan dalam pengambilan data selama proses distribusi komoditas pertanian. Salah satu teknologi yang sudah berkembang adalah mini komputer Raspberry Pi dan Arduino. Menurut Jedermann et al. (2014) penggunaan teknologi monitoring pada manajemen *supply chain* sangat memungkinkan, dan hal tersebut sangat menguntungkan untuk menjaga kualitas produk tetap baik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Kerusakan buah tomat selama proses distribusi memiliki persentase yang cukup tinggi sehingga menyebabkan penurunan mutu buah menjadi lebih cepat. Sehingga dibutuhkan alat perekam data untuk analisis metode penyimpanan dan pengemasan buah tomat selama proses distribusi. Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara membuat alat perekam data berbasis Raspberry Pi dan Arduino?
2. Bagaimana kinerja alat perekam data selama proses distribusi?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat alat perekam data getaran, kelembaban, dan suhu berbasis Raspberry Pi dan Arduino.
2. Menguji kinerja alat perekam data selama proses distribusi menggunakan angkutan darat.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mahasiswa dapat mengetahui cara perekaman data faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerusakan pada komoditas pertanian selama proses distribusi.
2. Untuk perusahaan dan petani dapat mengetahui pengaruh getaran, kelembaban, dan suhu untuk analisis guna menentukan metode penyimpanan dan pengemasan yang baik untuk distribusi.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Supply Chain*

Menurut Geraldin et al. (2007), *supply chain* merupakan suatu jaringan yang terdiri atas beberapa perusahaan (meliputi *supplier*, *manufacturer*, *distributor*, dan *retailer*) yang bekerjasama dan terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam memenuhi permintaan pelanggan, dimana perusahaan-perusahaan tersebut melakukan fungsi pengadaan material, proses transformasi material menjadi produk setengah jadi dan produk jadi, serta distribusi produk jadi tersebut hingga ke *end customer*. Empat peringkat tertinggi dari kegiatan rantai pasok yaitu eksekusi produksi, kontrol kualitas, perencanaan kapasitas, kontrol produksi dan persediaan, kegiatan bahan baku dan pemasok, menjaga hubungan pemasok, dan perencanaan kebutuhan dan peramalan (Suryaningrat, 2016).

Pada proses *supply chain*, terdapat resiko yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan. Jenis resiko tersebut dapat berupa hal yang negatif atau hal yang positif bagi suatu tujuan tertentu. Oleh karena itu, pada pengembangan manajemen rantai pasok mulai dilakukan monitoring pada setiap prosesnya, misalnya dalam proses pemasokan bahan baku. Berdasarkan pengembangan tersebut dapat memberikan dampak positif sehingga mewujudkan rantai pasok yang efektif dan efisien. Proses pengembangan tersebut dilakukan berdasarkan perkembangan teknologi yang mulai canggih, misalkan platform komputasi seperti Arduino atau mini pc seperti Raspberry Pi.

Pengembangan yang dilakukan pada manajemen *supply chain* dapat dilakukan pada proses transportasi bahan baku. Hal tersebut dilakukan pada penelitian yang menghasilkan data berdasarkan kondisi *real-time* yang kemudian akan menghasilkan sinyal yang menandakan adanya data yang tidak normal (Bahga dan Madisetti, 2013). Menurut Jedermann et al. (2014) penggunaan teknologi monitoring pada manajemen *supply chain* sangat memungkinkan, dan hal tersebut sangat menguntungkan untuk menjaga kualitas produk tetap baik.

## 2.2 Proses Distribusi

Proses distribusi atau proses transportasi merupakan kegiatan pengiriman atau penyampaian produk atau jasa dari produsen dan konsumen. Proses distribusi ini dilakukan menggunakan kendaraan transportasi baik melalui jalur darat, laut, maupun udara. Proses distribusi juga digunakan untuk mengirimkan komoditas pertanian dari lahan atau produsen menuju ke pasar atau konsumen. Dalam proses tersebut, kerusakan dari komoditas pertanian sering terjadi. Menurut Lee et al. (2007) penggunaan peralatan mekanis dalam proses pemanenan, *packing*, dan transportasi buah dapat meningkatkan kerentanan buah terhadap kerusakan mekanis dan peningkatan laju respirasi (Oderemo dan Ngozi, 2014: 56). Kerusakan selama proses distribusi sering terjadi akibat penanganan yang kasar, keterlambatan pengiriman, proses bongkar muat yang kasar, penggunaan wadah yang tidak sesuai, kondisi jalan dan kendaraan yang kurang memadai. Keadaan tersebut dapat mempengaruhi kualitas komoditas yang dikirim (Florkowski et al., 2009: 10-12; Pantastico, 1997: 713-714). Tingkat kerusakan yang terjadi selama proses pascapanen pada buah dan sayur berkisar antara 22% sampai 78%. Prosentase kehilangan produksi tomat di negara berkembang mencapai 50%. Hal tersebut terjadi sejak panen dikarenakan penanganan yang kurang baik, keterlambatan hasil sampai di konsumen, cara bongkar/muat yang kasar dan penggunaan kemasan yang tidak memadai serta keadaan yang tidak menguntungkan selama pengangkutan (Apriyanti, 2013).



Gambar 2.1 Penurunan barang pada pasar

Menurut Pantastico (1997), suhu 15,4°C sampai 22°C dapat mengurangi kerusakan buah tomat sehingga dapat memperpanjang daya simpan, sebaliknya penyimpanan buah tomat di bawah 7,2°C akan terjadi *chilling injury* yang dapat mengakibatkan penampakan warna merah berkurang, buah lunak dan busuk, sehingga daya simpannya menurun. Dalam penelitian yang lain, menyatakan bahwa suhu 10°C dapat memperpanjang daya simpan pada buah tomat matang dan pada suhu 20°C dapat memperpanjang daya simpan pada buah tomat matang hijau (Saiduna dan Madkar, 2013). Kelembaban yang diperlukan dalam proses penyimpanan buah tomat matang hijau berkisar antara 85-90% (Zulkarnain, 2013: 36-37).



Gambar 2.2 Pengiriman komoditas pertanian ke pasar

Kerusakan selama proses distribusi yang sering terjadi dapat diminimalisir dengan menggunakan metode *packing* yang baik. Penelitian yang dilakukan Apriyanti (2013) menggunakan metode simulasi transportasi dengan menggunakan meja getar dengan variasi getaran (2,5 Hz dan tanpa getaran), variasi peredam (80 gram cacahan koran setebal 1 cm per lapisan dan tanpa peredam), serta variasi suhu penyimpanan (Truang, T20°C, dan T15°C). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa cacahan kertas koran dapat menekan laju kerusakan mekanis sebesar 60% dari kerusakan buah tomat awal yaitu 52,7% menjadi 21,8%.

Penelitian yang dilakukan oleh Herwindo (2014) menggunakan metode simulasi transportasi selama 2 jam dan 3 jam dengan menggunakan sampel buah

terung yang dimasukkan ke dalam 3 model kemasan, yaitu plastik polietilen (PP), keranjang bambu dengan bahan pengisi daun pisang (KBDP), dan kardus karton dengan bahan pengisi cacahan koran (KKKC). Hasil dari penelitian yang dilakukan dengan simulasi selama 2 jam menunjukkan kerusakan yang terjadi pada kemasan PP 84%, KBDP 72%, dan KKKC 38%. Sedangkan hasil kerusakan yang terjadi selama proses simulasi selama 3 jam adalah PP 86%, KBDP 74%, dan KKKC 40%.

Dalam penelitian lain, metode yang digunakan adalah simulasi transportasi. Pada penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan 2 model kemasan, yaitu keranjang tradisional dan keranjang plastik. Tomat yang digunakan dalam penelitian diambil dari kebun sayuran Chanchaga di Minna Niger, Nigeria. Berdasarkan simulasi yang dilakukan, penggunaan keranjang plastik selama proses distribusi dapat menurunkan kerusakan mekanis pada buah yang disebabkan oleh getaran dan benturan dengan keranjang (Aba et al, 2012: 14).

### 2.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan sebuah komputer berukuran mini yang memiliki *input output digital port*. Raspberry Pi yang merupakan mini komputer yang dikembangkan di Inggris oleh Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan board mikrokontroler karena Raspberry Pi memiliki port/koneksi untuk display berupa TV atau monitor PC, koneksi USB untuk keyboard dan mouse serta port ethernet/LAN untuk menghubungkan ke koneksi internet. Oleh karena itu, Raspberry Pi dapat dikatakan sebagai sebuah modul mini komputer yang memiliki kemampuan yang hampir sama dengan mikrokontroler (Rakhman et al., 2014: 1-2).

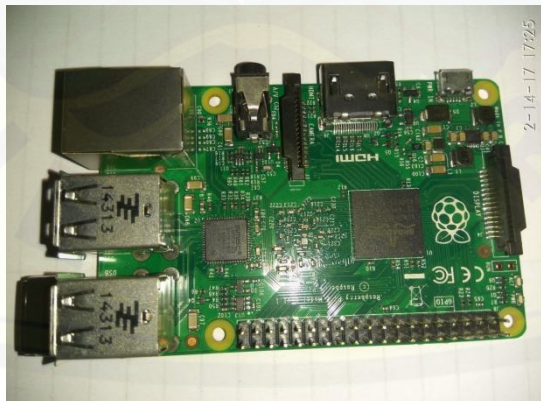
Raspberry Pi memiliki perkembangan model sejalan dengan tahap penelitiannya. Berikut merupakan beberapa model Raspberry Pi yang pernah dikembangkan.

1. Raspberry Pi edisi 2006.
2. Raspberry Pi USB Prototype Board.

3. Raspberry Pi Alpha Board.
4. Raspberry Pi Beta Production Board.
5. Raspberry Pi 1st Production Board.
6. Raspberry Pi Model-B Full Production Board.
7. Raspberry Pi Model-A Full Production Board.
8. Raspberry Pi Model-B+.
9. Raspberry Pi Model-A+.
10. Raspberry Pi 2 Model-B, dapat dilihat pada gambar 2.1.
11. Raspberry Pi 3 Model-B.

(Rakhman et al., 2014: 6).

Raspberry PI mempunyai bagian-bagian yaitu, HDMI, dihubungkan ke LCD TV yang mempunyai *port* HDMI atau dengan kabel *converter* HDMI to VGA dapat dihubungkan ke monitor PC; Video analog (RCA port), dihubungkan ke televisi sebagai alternatif jika tidak memiliki monitor PC; Audio output; 4 buah port USB; 40 pin I/O digital sebagai seperti *input output* dan sebagai komunikasi serial seperti I2C, SPI dan serial komunikasi UART; CSI port (*Camera Serial Interface*); DSI (*Display Serial Interface*); LAN *port (network)*; SD Card slot untuk SD Card memori yang menyimpan sistem operasi dan berfungsi seperti *harddisk* pada PC.



Gambar 2.3 Raspberry Pi 2 model-B

Raspberry Pi sudah digunakan dalam beberapa penelitian seperti contohnya digunakan dalam pembuatan alat pendeteksi kebocoran gas LPG, juga digunakan sebagai server monitor jaringan. Pada penelitian lain, Raspberry Pi

digunakan sebagai PC desktop dalam sistem monitoring yang dilakukan untuk memonitoring rumah.

## 2.4 Bahasa Pemrograman Python

*Python* merupakan bahasa pemrograman yang *freeware* atau perangkat yang bebas, tidak ada batasan dalam penyalinannya atau pendistribusiannya. *Python* merupakan bahasa resmi yang terintegrasi dalam Raspberry Pi (Rakhman et al., 2014: 99). Beberapa fitur yang dimiliki oleh *Python* adalah sebagai berikut.

1. Memiliki kepustakaan yang luas dan memiliki tata bahasa yang mudah dipelajari
2. Memiliki aturan layout kode sumber yang memudahkan pengecekan, pembacaan kembali, dan penulisan ulang kode sumber berorientasi objek
3. Memiliki sistem pengelolaan memori otomatis
4. Mudah dikembangkan dengan menciptakan modul-modul baru

(Rakhman et al., 2014: 99-100).

Berdasarkan beberapa fitur yang dimilikinya, *Python* memiliki kelebihan diantaranya adalah dapat memajemen memori secara otomatis, pemrograman yang berorientasi pada objek, interaktif, dinamis, dan alamiah. Selain kelebihan, *Python* juga memiliki kekurangan yaitu *Python* tidak dapat digunakan sebagai dasar bahasa pemrograman implementasi untuk beberapa komponen dan beberapa penugasan terdapat di luar jangkauan *Python* seperti bahasa pemrograman dinamis lainnya (Rakhman et al., 2014: 100-101).

## 2.5 Komponen Elektronika

Komponen elektronika memiliki fungsi masing-masing yang kemudian dirangkai untuk mendukung kinerja rangkaian elektronika. Berikut beberapa jenis komponen elektronika yang digunakan dalam sebuah rangkaian.

### 2.5.1 Arduino

Arduino adalah sebuah *platform* komputasi fisik (*physical computing*) yang bersifat open source atau bebas pada papan (*board*) *input* dan *output* sederhana. *Platform* komputasi fisik adalah sebuah sistem fisik yang interaktif



dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespons situasi dan kondisi. Arduino memiliki berbagai macam versi. Terdapat tiga macam versi yang paling banyak dipakai yaitu Arduino Duemilanove, Arduino UNO dan Arduino Mega. Arduino memiliki kelebihan dibandingkan platform hardware mikrokontroler yang lain yaitu: IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino bersifat *multiplatform* dan dapat dijalankan diberbagai sistem operasi komputer (*Windows, MacOS, dan Linux*), biaya *hardware* murah, dan mudah dipelajari. Versi Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.4 Arduino Uno

Dalam kehidupan sehari-hari, Arduino sudah banyak digunakan dalam penelitian baik itu berupasisistem kontrol maupun sistem monitoring. Pada sistem kontrol, Arduino dapat digunakan untuk masuk kedalam sistem akses dengan pendeteksian wajah. Sedangkan pada sistem monitoring, Arduino dapat digunakan dalam berbagai hal seperti monitoring debit, monitoring asuhu, monitoring kelembaban, monitoring kinerja panel listrik tenaga surya, dan lain-lain.

### 2.5.2 DHT22

Sensor DHT22 Merupakan sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini dapat bekerja jika terhubung dengan mikrokontroler 8-bit. Selain itu, sensor ini bekerja pada tegangan 3,3-6 V DC. Sensor ini telah terkalibrasi dengan sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan pada memori OTP, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka

modul ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. Model sensor DHT22 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.5 DHT22

### 2.5.3 Sensor Getaran 801s *Vibration*

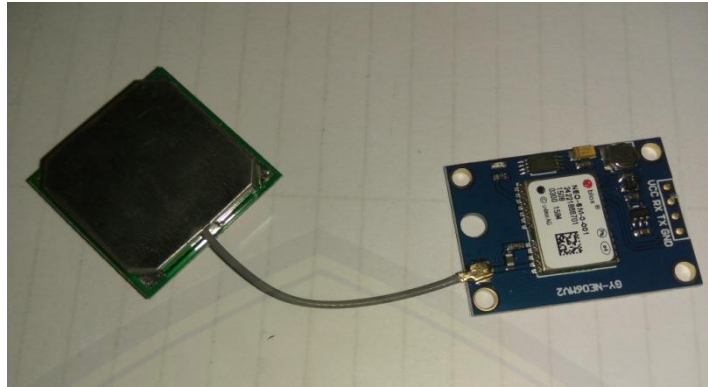
Sensor getaran merupakan salah satu sensor yang dapat mengukur getaran suatu benda. Salah satu tipe sensor getaran yang dapat digunakan adalah tipe 801s. Tipe ini dapat mendeteksi getaran yang berukuran mikro. Selain itu, sensor tipe ini memiliki akurasi yang tinggi. Sensor getaran dapat digunakan untuk percobaan atau untuk mengantisipasi kemungkinan bahaya. (Electroninvest, Tanpa Tahun). Sensor getaran tipe 801s dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.6 801s *Vibration*

### 2.5.4 GPS

Global Positioning System (GPS) merupakan sistem navigasi yang berbasis teknologi satelit. GPS dapat diaplikasikan untuk menentukan posisi dan alat navigasi. GPS pertama kali dibuat adalah untuk membantu militer, tetapi sekarang GPS dapat digunakan secara umum. GPS juga dapat diaplikasikan sebagai sensor untuk memudahkan dalam mengetahui lokasi yang dituju. Terdapat bermacam-macam tipe sensor GPS, salah satunya adalah GPS Ublox NEO 6M yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.7 GPS Ublox NEO 6M

### 2.5.5 Powerbank

Powerbank merupakan komponen yang memiliki fungsi yang sama seperti baterai. Powerbank dapat digunakan untuk pengisian daya ketika dalam perjalanan. Selain itu, kapasitas powerbank yang sangat besar dapat menjadikan proses charging lebih cepat. Namun, powerbank dapat mempersingkat umur baterai dari *smartphone* dan harganya yang masih relatif mahal.

## BAB 3. METODOLOGI

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fakultas Teknologi Pertanian dan pengepul di Dusun Krajan Desa Temuguruh Kecamatan Sempu Kabupaten Banyuwangi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan Juni 2017.

### 3.2 Bahan dan Alat

#### 3.2.1 Bahan

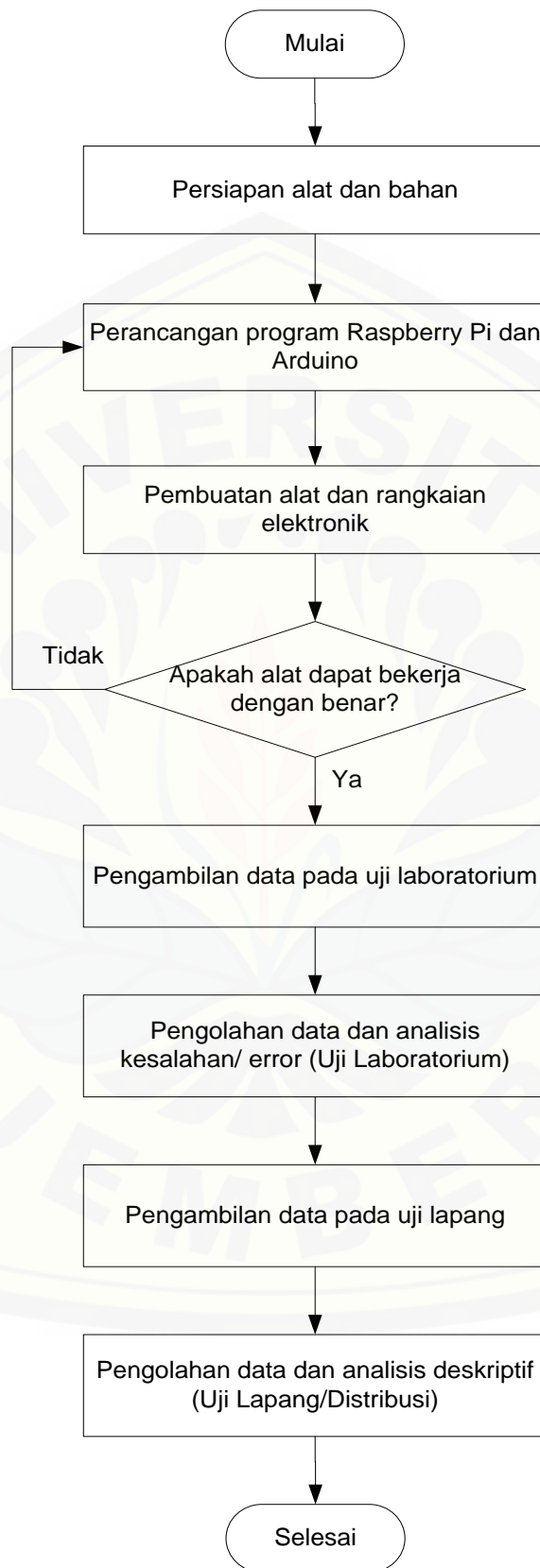
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: mini pc Raspberry Pi 2 model B, Arduino, 801s *Vibration*, DHT22, GPS Ublox NEO 6M, *Micro SD* 16 GB, kabel pelangi, kabel power, *powerbank* 10.000 mAh.

#### 3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *mouse*, *keyboard*, *monitor*, laptop, *Micro SD Adapter*, kabel LAN, kabel HDMI, software *Python*, software Arduino, *SD Formatter*, *Hygrometer* digital, timah, solder, penyedot timah, digital multimeter, *USB Wifi Dongle*, kotak kardus 57,5 x 41 cm.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.

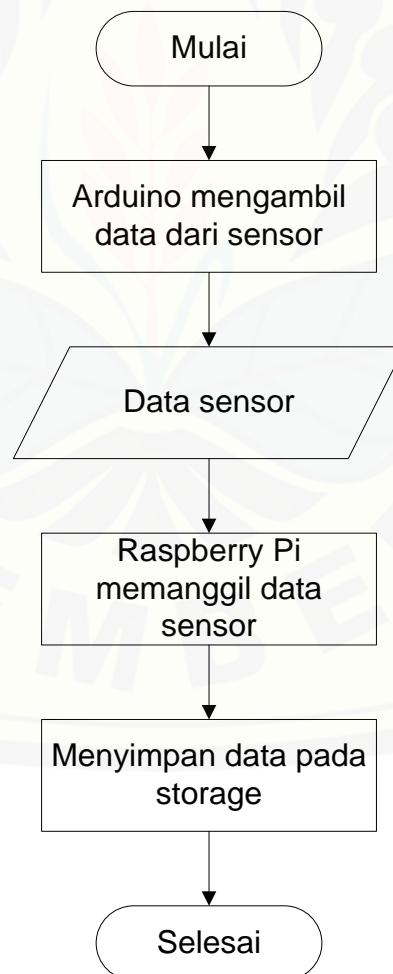


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.4 Tahap Perancangan

#### 3.4.1 Rancangan Operasional

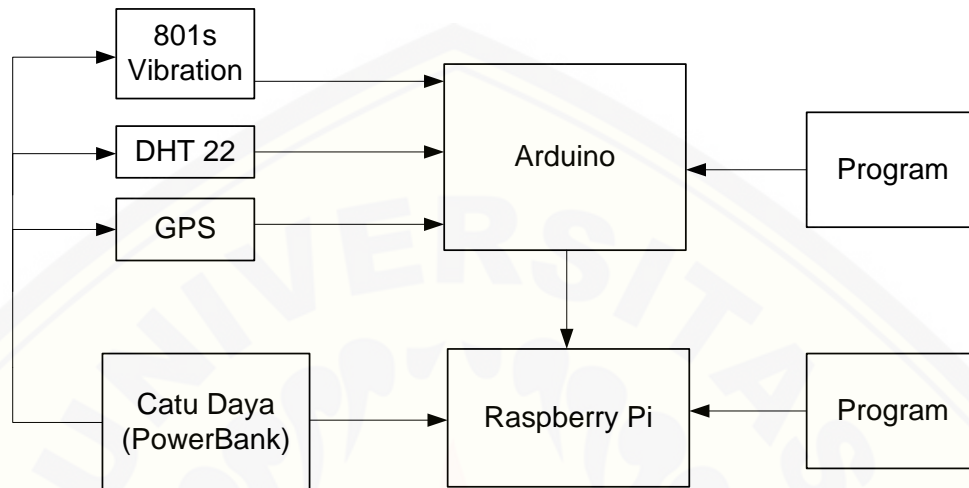
Prinsip kerja alat perekam data dilakukan pada proses distribusi berlangsung. Sebelum proses distribusi, alat akan dihidupkan dengan menekan tombol on/off pada powerbank untuk mengalirkan daya ke komponen alat. Selama proses distribusi, sensor akan menangkap data berupa getaran, suhu, dan kelembaban, serta data lokasi dari GPS. Data yang ditangkap oleh sensor akan diproses pada program yang terdapat di Arduino dan kemudian dikirim ke Raspberry Pi dengan menggunakan komunikasi serial untuk disimpan dalam *memory card* dengan format “.txt”. Penyimpanan data dengan format tersebut akan memudahkan dalam pengambilan dan pengolahan data. Alat perekam data akan diletakkan pada bak mobil.



Gambar 3.2 Diagram alir program

### 3.4.2 Rancangan Fungsional

Dalam penelitian ini, komponen-komponen yang digunakan pada alat perekam data memiliki hubungan secara fungsional. Berikut merupakan diagram blok alat perekam data yang ditunjukkan pada Gambar 3.2..



Gambar 3.3 Diagram fungsional

#### a. Catu Daya (*Powerbank*)

Catu daya merupakan sumber daya listrik yang digunakan untuk menyuplai daya guna menggerakkan seluruh komponen pada alat perekam data. Catu daya yang digunakan pada alat perekam data ini adalah *powerbank*. Hal tersebut dikarenakan alat perekam data didesain secara portabel sehingga bisa dibawa kemana saja untuk memonitoring proses distribusi. Penggunaan *powerbank* juga didukung dengan kemungkinan adanya catu daya pada kendaraan yang dapat dihubungkan dengan alat.

#### b. Sensor (*801s Vibration*, DHT22, GPS Ublox NEO 6M)

Sensor digunakan sebagai pendeteksi getaran, kelembaban, dan suhu serta GPS. Penempatan sensor pada desain alat berada di luar kotak rangkaian sehingga dapat mendeteksi dengan baik parameter getaran, kelembaban, dan suhu pada tempat atau lingkungan yang akan dideteksi. Sensor GPS pada alat ini bertujuan untuk mengetahui lokasi ketika data yang diperoleh dari sensor menunjukkan nilai yang mempengaruhi kualitas dari komoditas pertanian sehingga dapat mengetahui lokasi-lokasi yang dapat menyebabkan kerusakan mekanisnya. Informasi dari sensor ini akan diproses oleh program yang

terdapat pada Arduino, kemudian akan disimpan dalam format “.txt” pada memori Raspberry Pi. Spesifikasi sensor dapat dilihat pada Lampiran 4.3.

c. Arduino

Fungsi Arduino pada rangkaian alat ini adalah sebagai pengolah data, yaitu dengan menangkap data dari sensor dan akan direkam oleh Raspberry Pi. Program yang terdapat pada Arduino bertujuan untuk membaca dan mengirim data yang berasal dari sensor. Spesifikasi Arduino dapat dilihat pada Lampiran 4.3.

d. Raspberry Pi

Fungsi Raspberry Pi pada alat perekam data ini adalah sebagai otak dari keseluruhan sistem yang dibuat. Raspberry Pi digunakan untuk mengambil data yang didapatkan dari Arduino. Data tersebut akan disimpan dalam memori dengan format “.txt” yang berupa data hasil pengamatan proses distribusi. Spesifikasi Raspberry Pi dapat dilihat pada Lampiran 4.3.

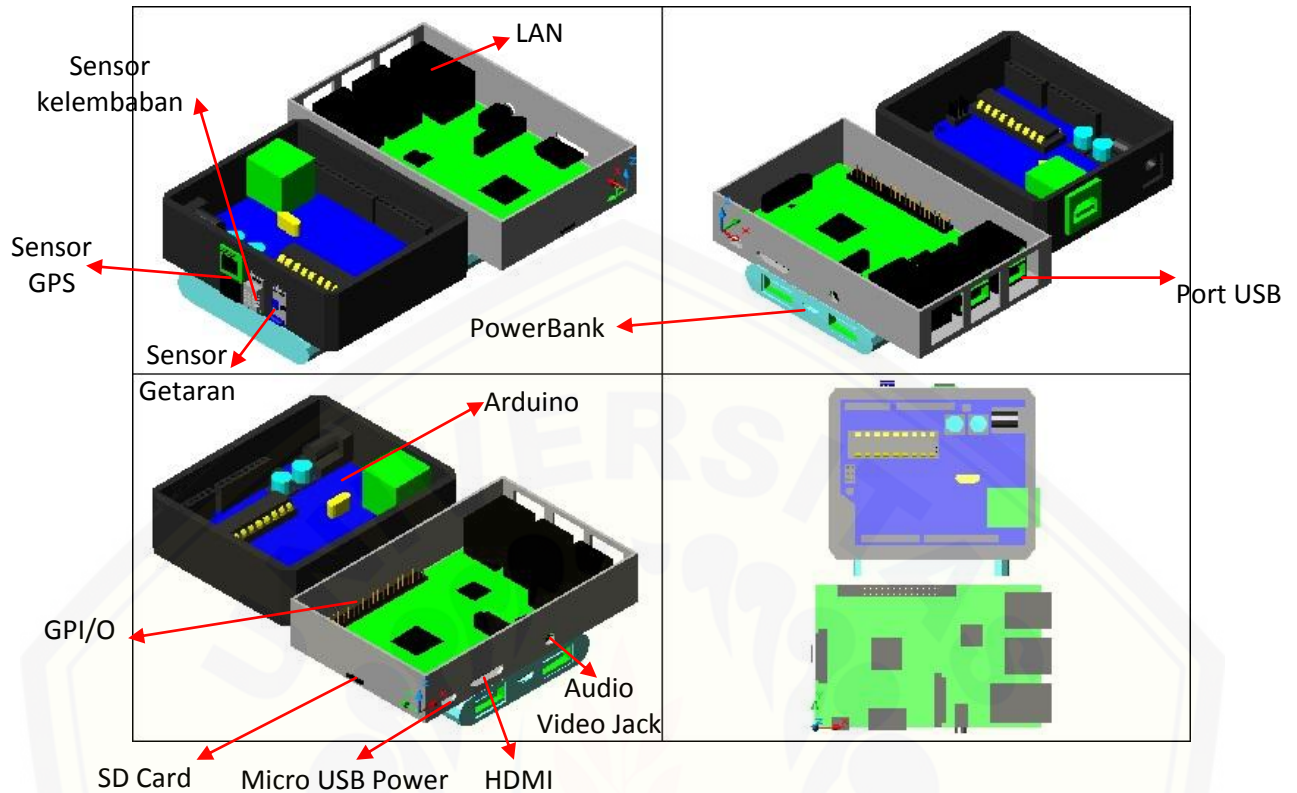
e. Program

Program merupakan komponen yang penting untuk menjalankan komponen lain. Program disimpan dalam Arduino dan Raspberry Pi. Program yang terdapat pada Arduino digunakan sebagai pengaturan pengambilan data dari sensor. Program yang tersimpan dalam Raspberry digunakan untuk mengambil dan mengolah data dari Arduino yang kemudian akan disimpan dalam format “.txt” sehingga mudah diakses.

### 3.4.3 Rancangan Struktural

Rangkaian elektronik yang digunakan akan dihubungkan dengan port-port pada Raspberry Pi sebagai komponen utama dalam pembuatan alat. Raspberry Pi akan dimasukkan ke dalam kotak terbuat dari akrilik. Powerbank diletakkan di bawah Raspberry Pi dan Arduino untuk memudahkan menyalurkan daya ke Raspberry Pi. Penempatan sensor berada di luar kotak dan dihubungkan dengan kabel pelangi pada *port* pin Arduino. Kemudian Arduino dihubungkan dengan *port* USB dari Raspberry Pi menggunakan kabel serial. Rancangan struktural alat perekam data ditunjukkan oleh Gambar 3.3.





Gambar 3.4 Rancangan struktural alat perekam data

#### 3.4.4 Rancangan Industri

Pada rancangan industri, alat perekam data akan didesain sebagai alat yang mudah dioperasikan dan dapat digunakan untuk setiap kendaraan yang memiliki boks atau bak pengangkut. Pada perancangan ini, dilakukan pertimbangan terkait bentuk fisik penataan komponen-komponen. Selain itu, juga memperhatikan *user interface* agar alat yang dibuat mudah untuk dioperasikan. Berdasarkan Gambar 3.3 dapat diketahui *port-port* Raspberry Pi mengadap keluar tanpa terhalangi oleh komponen lainnya sehingga memudahkan pengguna untuk menambah komponen lain seperti *mouse* dan *monitor* ketika akan mengakses data yang tersimpan. Selain itu, *port power input* dan tombol on/off pada *powerbank* juga dapat diakses dengan mudah oleh pengguna. Selain itu, port yang terdapat pada Arduino juga dibuka untuk memudahkan dalam penambahan komponen baru.

### 3.5 Tahap Pembuatan

#### 3.5.1 Pemrograman

Tahapan pemrograman dilakukan langsung menggunakan Raspberry Pi dengan laptop dan bantuan beberapa komponen komputer seperti *monitor*, *mouse*, dan *keyboard*. Pemrograman pada Arduino dilakukan dengan menggunakan software Arduino dengan bahasa pemrograman C++. Sedangkan pemrograman pada Raspberry Pi dilakukan dengan menggunakan software *Python* dengan bahasa pemrograman *Python* yang merupakan bahasa resmi yang terintegrasi dalam Raspberry Pi. Dalam tahapan ini, pembuatan program disesuaikan dengan perintah-perintah yang diinginkan. Tahap pemrograman dapat dilihat pada Lampiran 4.4 dengan Gambar 2 untuk Raspberry Pi dan Gambar 4 untuk Arduino.

#### 3.5.2 Pembuatan Alat dan Rangkaian Elektronik

Tahap pembuatan alat dan rangkaian elektronik merupakan tahap perangkaian semua komponen elektronik yang digunakan. Pada tahap ini, dilakukan proses penginstalan Raspberry Pi. Hal tersebut dilakukan untuk memasukkan OS (*Operating System*) sehingga Raspberry Pi bisa dijalankan. Setelah proses penginstalan selesai, penggabungan rangkaian dilakukan dengan meletakkan komponen sensor di masing-masing *port* input pada Arduino. Dengan menggunakan komunikasi serial, data dari Arduino akan dikirim ke Raspberry Pi untuk disimpan. Catu daya dari *powerbank* dihubungkan dengan *port power* pada Raspberry Pi. Tahap perancangan dapat dilihat pada Lampiran 4.4 (Gambar 1).

### 3.6 Uji Kinerja

#### 3.6.1 Pengujian Alat dan Rangkaian Elektronik

##### a. Pengujian di Laboratorium

Pengujian alat yang di laboratorium dilakukan dengan metode simulasi dan pemberian perlakuan acak pada alat perekam data sehingga dapat diketahui alat berfungsi selama proses simulasi untuk merekam data. Perlakuan yang diberikan pada alat berupa peletakan alat pada ruangan ber-AC dan pemberian garam pada ruang perlakuan. Pengujian laboratorium dapat dilihat pada

Lampiran 4.4 dengan Gambar 3 untuk ruangan ber-AC dan Gambar 6 untuk perlakuan garam. Selain memberikan perlakuan pada alat perekam selama proses simulasi, data perlakuan juga diambil dengan menggunakan alat ukur yang standar. Data yang diambil pada uji laboratorium adalah data kelembaban dan suhu. Hasil pengujian dari alat perekam data akan dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur yang standar. Parameter yang dibandingkan adalah tingkat data *error* dan kesesuaian format perekaman, kesalahan perekaman, serta interval perekaman. Hasil perbandingan alat akan digunakan untuk menentukan kesalahan dari kinerja alat.

b. Pengujian di Lapang

Pengujian di lapang dilakukan setelah pengujian pada laboratorium menunjukkan bahwa alat dan rangkaian elektronik dapat berfungsi. Pengujian di lapang dilakukan dari pengepul di dusun Krajan, Temuguruh, Sempu yang akan dibawa ke pasar Sempolan, Kalisat, dan Arjasa. Selain itu, pengujian lapang juga dilakukan pada kondisi malam dengan menyesuaikan waktu pengiriman dari pengepul. Sensor alat perekam diletakkan pada bak mobil bagian belakang sebelah kiri dan berada di atas ban mobil bagian belakang. Tempat peletakan alat dapat dilihat pada Lampiran 4.4 (Gambar 7, 8, dan 9). Sesuai dengan prinsip kerja alat yang dibuat, alat akan merekam data dari sensor selama proses distribusi yang dilakukan. Setiap data yang terekam akan dikirim oleh Arduino dan disimpan dalam *memory card* yang terdapat pada Raspberry Pi dalam format “.txt”. Data getaran, kelembaban, dan suhu yang didapat dari sensor dapat digunakan sebagai data pendukung untuk proses analisis. Sedangkan data GPS digunakan untuk melihat lokasi ketika terdapat data yang dapat mempengaruhi pada kualitas komoditas pertanian.

### 3.6.2 Pengambilan Data

Data yang diambil pada proses uji kinerja alat adalah data dari sensor getaran, kelembaban, dan suhu yang terdeteksi pada Arduino dan akan disimpan dalam memori yang terdapat pada Raspberry Pi dengan menggunakan komunikasi serial. Selain itu, data dari GPS juga disimpan dalam memori. Dalam proses

pengambilan data, interval perekaman data yang dilakukan oleh alat adalah 1 detik sekali. Hal tersebut bertujuan agar data yang diperoleh dapat mewakili kondisi lingkungan yang sebenarnya.

a. Getaran

Pengambilan data getaran dilakukan dengan menggunakan sensor 801s *Vibration* yang dipasang pada *port* input dari Arduino. Dengan komunikasi serial, data yang berasal dari sensor akan tersimpan dalam memori pada Raspberry Pi. Pengambilan data dilakukan langsung di lapang menggunakan alat yang dibuat.

b. Kelembaban dan Suhu

Pengambilan data kelembaban dan suhu dilakukan menggunakan sensor DHT 22 yang dipasang pada *port* input dari Arduino. Dengan komunikasi serial, data tersebut akan disimpan dalam memori pada Raspberry Pi. Pengambilan data dilakukan langsung di lapangan menggunakan alat yang dibuat.

c. GPS

Pengambilan data GPS dilakukan menggunakan sensor GPS Ublox NEO 6M yang dipasang pada *port* input dari Arduino. Dengan komunikasi serial, data dari Arduino akan disimpan pada memori Raspberry Pi. Data GPS ini akan digunakan sebagai penunjuk lokasi dari setiap parameter yang diambil.

### 3.6.3 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang sudah diambil dari setiap parameter akan diinventaris. Data hasil inventarisasi akan digunakan sebagai input pada tahap pengolahan dan analisis data. Dalam tahap ini, pengolahan dan analisis data dilakukan untuk mengetahui tingkat kesalahan pada alat yang dibuat. Analisis kesalahan tersebut dilakukan untuk data pada pengujian lab. Sedangkan pada pengujian lapang, data akan digunakan untuk mendeskripsikan kesesuaian alat dengan kondisi nyata di lapangan.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Alat perekam data yang dibuat dapat bekerja dengan baik dalam merekam data dan telah dilakukan pengujian alat di lapang dengan rute dari Banyuwangi ke Jember.
2. Pada pengujian di laboratorium, alat bekerja dengan baik karena data yang dihasilkan sesuai format program yang dibuat dengan toleransi *error* pada alat pembanding yang digunakan sebesar  $\pm 5\%$  untuk RH dan  $\pm 1^\circ\text{C}$  untuk suhu.
3. Hasil pengujian lapang menunjukkan kondisi lingkungan pada rute jalan yang digunakan memiliki nilai getaran rata-rata sebesar 2058,24 Hz, dan nilai kelembaban rata-rata sebesar 87,67%, serta nilai suhu rata-rata adalah 23,60°C.

### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini adalah perlu dilakukan perlakuan khusus pada alat perekam data dengan memulai proses *booting* lebih awal sebelum alat digunakan untuk proses perekaman. Hal tersebut dikarenakan alat yang dibuat masih terkendala pada lamanya waktu tunggu dalam pengambilan data dari sensor GPS pada kondisi awal setelah *booting*. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan lebih lanjut pada alat perekam data sehingga alat dapat berjalan dengan lancar dalam proses perekamannya. Perlu dilakukan penelitian lanjutan yang memunculkan sampel bahan untuk mengetahui tingkat pengaruh parameter terhadap kondisi komoditas yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Aba, Gana, Ogbonnaya, dan Morenikeji. 2012. Simulated Transport Damage Study on Fresh Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Fruits. Agricultural Engineering International: CIGR Journal. Vol 14(2): 1-14. <http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/download/2035/1595> [04 Oktober 2016].
- Apriyanti, M. 2013. "Analisis Matematis Laju Respirasi dan Perubahan Sifat Fisik Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) di Bawah Pengaruh Vibrasi dan Suhu Penyimpanan". Tidak Dipublikasikan. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada. <http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=download&sub=DownloadFile&act=view&typ=html&id=63295&ftyp=potongan&potongan=S2-2013-326231-chapter5.pdf> [16 April 2016].
- Bahga, A., dan Madiseti, A. K. 2013. Cloud-Based Information Technology Framework for Data Driven Intelligent Transportation Systems. Journal of Transportation Technologies. Vol 3: 131-141. [http://file.scirp.org/pdf/JTTs\\_2013042909115272.pdf](http://file.scirp.org/pdf/JTTs_2013042909115272.pdf) [21 Januari 2018].
- Dinata, Y. 2015. *Arduino Itu Mudah*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Electroninvest. Tanpa Tahun. *Shock Sensor 801S Specification*. <http://www.electroninvest.com/shop/items/sensors/801sshocksensorspecpdf.pdf> [04 April 2016].
- Florkowski, Shewfelt, Brueckner, dan Prussia. 2009. *Postharvest Handling: A Systems Approach*. Second Edition. New York: Elsevier, Inc.
- Geraldin, L. H., Pujawan, I. N., dan Dewi, D. S. 2007. Manajemen Risiko dan Aksi Mitigasi untuk Menciptakan Rantai Pasok yang Robust. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Teknik Sipil. Hal 53-64. <http://xa.yimg.com/kq/groups/22999433/1883084505/name/Rantai%20pasok%20robust.pdf> [22 Januari 2018].
- Herwindo, R. 2014. "Kajian Jenis Kemasan dan Simulasi Pengangkutan terhadap Mutu Fisik Buah Terung (*Solanum melongena* L.)". Skripsi. Bogor: Institute Pertanian Bogor. [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34797070/SKRIPSI\\_RIVAL\\_HERWINDO\\_F14090040.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1458047500&Signature=7VxuDlnjhtHYBmJtzia%2F8nzTJcI%3D&response-content-disposition=attachment%3B%20filename%3DKAJIAN\\_JENIS\\_KEMASAN\\_DAN\\_SIMULASI\\_PENGAN.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34797070/SKRIPSI_RIVAL_HERWINDO_F14090040.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1458047500&Signature=7VxuDlnjhtHYBmJtzia%2F8nzTJcI%3D&response-content-disposition=attachment%3B%20filename%3DKAJIAN_JENIS_KEMASAN_DAN_SIMULASI_PENGAN.pdf) [05 Desember 2017].

- Idah, P. A., Ajisegiri, E. S. A., dan Yisa, M. G. 2007. Fruits and Vegetables Handling and Transportation in Nigeria. *Australian Journal of Technology*. Vol 10(3): 175–183. [http://www.journal.au.edu/au techno/2007/jan07/vol10no3\\_article6.pdf](http://www.journal.au.edu/au techno/2007/jan07/vol10no3_article6.pdf) [04 Oktober 2016].
- Jedermann, R., Nicometo, M., Uysal, I., dan Lang, W. 2014. Reducing Food Losses by Intelligent Food Logistics. *Philosophical Transactions of The Royal Society A* 372. <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/roypta/372/2017/20130302.full.pdf> [21 Januari 2018].
- Oderemo, F., dan Ngozi, R. 2014. Post-Harvest Properties of Tomato and Effect on Its Marketing Efficiency. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. Vol 1(1): 52–58. [http://www.turkjans.com/wp-content/uploads/2014/01/7-TJANS-13-002\\_sayfa-52-58.pdf](http://www.turkjans.com/wp-content/uploads/2014/01/7-TJANS-13-002_sayfa-52-58.pdf) [04 Oktober 2016].
- Pantastico, E. B. 1975. *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Sub-Tropical Fruits and Vegetables*. Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc. Terjemahan oleh Kamariyani. 1997. *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Sub Tropika*. Cetakan Keempat. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rakhman, E., Candrasyah, F., dan Sutera, F. D. 2014. *Raspberry Pi – Mikrokontroler Mungil yang Serba Bisa*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Saiduna dan Madkar, O. R. 2013. Pengaruh Suhu dan Tingkat Kematangan Buah terhadap Mutu dan Lama Simpan Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*). *Jurnal AGROSWAGATI* Vol 1(1): 43-50. <http://jurnal.unswagati.ac.id/index.php/Agroswagati/article/download/788/480> [07 Desember 2017].
- Suryaningrat, I. B. 2016. Implementation of QFD in Food Supply Chain Management: A Case of Processed Cassava Product in Indonesia. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. Vol 6(3): 302–305. [http://insightsociety.org/ojaseit/index.php/ijaseit/article/viewFile/713/pdf\\_172](http://insightsociety.org/ojaseit/index.php/ijaseit/article/viewFile/713/pdf_172) [22 Januari 2018].
- Zulkarnain. 2013. *Budidaya Sayuran Tropis*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

## LAMPIRAN

### Lampiran 4.1 Hasil Perancangan Program Raspberry Pi

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time
import serial
ser = serial.Serial('/dev/ttyACM0',9600)
def writedummy(data):
    ff = open("/home/pi/Desktop/Himma/Hasil/Percobaan_Lapang.txt","a")
    ff.write(str(data)+"\n")
    ff.close()
while True:
    read_serial=ser.readline()
    data = read_serial
    print (data)
    writedummy(data)
    time.sleep(1)
```



**Lampiran 4.2 Hasil Perancangan Program Arduino**

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <TinyGPS.h>
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2 // pin yang dihubungkan dengan sensor
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)
#define EP 9

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
TinyGPS gps;
SoftwareSerial ss(4, 3);

static void smartdelay(unsigned long ms);
static void print_float(float val, float invalid, int len, int prec);
static void print_int(unsigned long val, unsigned long invalid, int len);
static void print_date(TinyGPS &gps);
static void print_str(const char *str, int len);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  ss.begin(9600);
}

void loop()
{
  long measurement = TP_init();
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  float flat, flon;
  unsigned long age, date, time, chars = 0;
  unsigned short sentences = 0, failed = 0;
  static const double LONDON_LAT = 51.508131, LONDON_LON = -0.128002;
  print_date(gps);
  gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
  print_float(flat, TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE, 10, 6);
  print_float(flon, TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE, 11, 6);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" ");
```

```
Serial.print(t);
Serial.print(" ");
Serial.print(measurement);
Serial.println();
  smartdelay(1000);
}

long TP_init()
{
  long measurement = pulseIn(EP, HIGH);
  return measurement;
}
static void smartdelay(unsigned long ms)
{
  unsigned long start = millis();
  do
  {
    while (ss.available())
      gps.encode(ss.read());
  }
  while (millis() - start < ms);
}

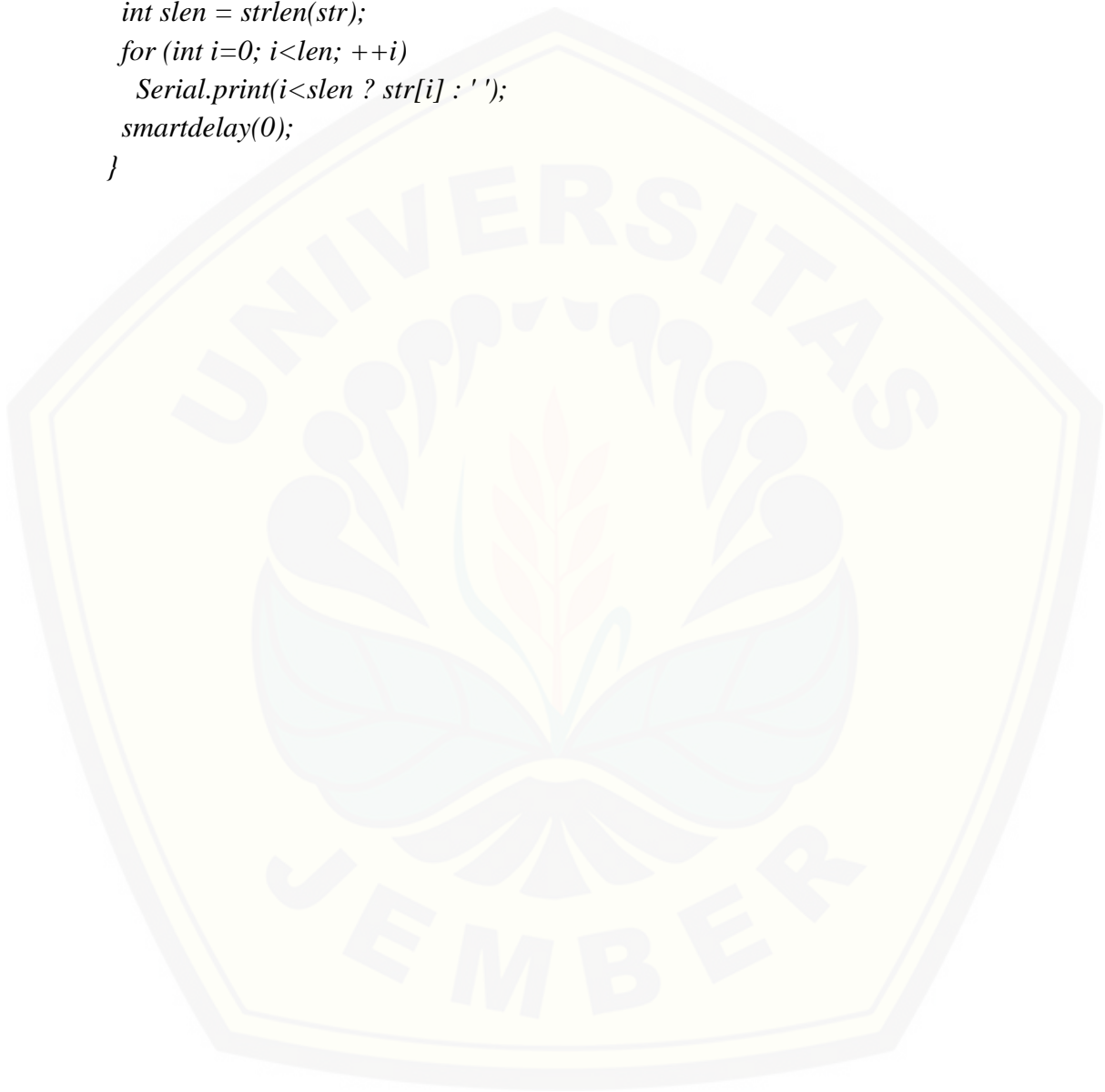
static void print_float(float val, float invalid, int len, int prec)
{
  if (val == invalid)
  {
    while (len-- > 1)
      Serial.print('*');
    Serial.print(' ');
  }
  else
  {
    Serial.print(val, prec);
    int vi = abs((int)val);
    int flen = prec + (val < 0.0 ? 2 : 1); // . and -
    flen += vi >= 1000 ? 4 : vi >= 100 ? 3 : vi >= 10 ? 2 : 1;
    for (int i=flen; i<len; ++i)
      Serial.print(' ');
  }
}
```

```
    smartdelay(0);
}

static void print_int(unsigned long val, unsigned long invalid, int len)
{
    char sz[32];
    if (val == invalid)
        strcpy(sz, "*****");
    else
        sprintf(sz, "%ld", val);
    sz[len] = 0;
    for (int i=strlen(sz); i<len; ++i)
        sz[i] = ' ';
    if (len > 0)
        sz[len-1] = ' ';
    Serial.print(sz);
    smartdelay(0);
}

static void print_date(TinyGPS &gps)
{
    int year;
    byte day, month, hour, minute, second, hundredths;
    unsigned long age;
    gps.crack_datetime(&year, &month, &day, &hour, &minute, &second,
    &hundredths, &age);
    if (age == TinyGPS::GPS_INVALID_AGE)
        Serial.print("***** ");
    else
    {
        int timeWIB = hour + 7;
        if (timeWIB >= 24)
        {
            timeWIB = timeWIB - 24;
        }
        char sz[32];
        sprintf(sz, "%02d/%02d/%02d %02d:%02d:%02d ",
            day, month, year, timeWIB, minute, second);
        Serial.print(sz);
    }
}
```

```
smartdelay(0);  
}  
  
static void print_str(const char *str, int len)  
{  
    int slen = strlen(str);  
    for (int i=0; i<len; ++i)  
        Serial.print(i<slen ? str[i] : ' ');  
    smartdelay(0);  
}
```



### Lampiran 4.3 Spesifikasi Alat yang Digunakan

#### 1. Raspberry Pi

- SoC : Broadcom BCM2836 (CPU, GPU, DSP, SDRAM)
- CPU : 900 MHz quad-core ARM Cortex A7 (ARMv7 instruction set)
- GPU : Broadcom Video Core 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
- Memory : 1 GB (shared with GPU)
- USB ports : 4
- Video input : 15-pin MIPI camera interface (CSI) connector
- Video output : HDMI, composite video (PAL and NTSC) via 3.5 mm jack
- Audio input : I<sup>2</sup>S
- Audio output : Analog via 3.5 mm jack; digital via HDMI and I<sup>2</sup>S
- Storage : MicroSD
- Network : 10/100Mbps Ethernet
- Peripherals : 17 GPIO plus specific functions, and HAT ID bus
- Power rating : 800 mA (4.0 W)
- Power source : 5 V via MicroUSB or GPIO header
- Ukuran : 85.60 mm × 56.5 mm
- Bobot : 45g (1.6 oz)

#### 2. Arduino Uno

- Mikrokontroler : ATmega328
- Operasi tegangan : 5 Volt
- Input tegangan : disarankan 7 - 11 Volt
- Input tegangan batas : 6 - 20 Volt
- Pin I/O digital : 14 (6 bisa untuk PWM)
- Pin Analog : 6

- Arus DC tiap pin I/O : 50 mA
- Arus DC ketika 3.3V : 50 mA
- Memori flash : 32 KB (ATmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM : 2 KB (ATmega328)
- EEPROM : 1 KB (ATmega328)
- Kecepatan clock : 16 MHz
- Dimensi : 2,7 x 2,1 inci

### 3. Sensor GPS Ublox NEO 6M

- Ukuran: 25 x 35 mm untuk modul, 25 x 25 mm untuk antena.
- Sumber tenaga menggunakan catu daya antara 3 Volt hingga 5 Volt
- Tipe penerima: 50 kanal, GPS L1 frekuensi, C/A Code. SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS.
- Sensitivitas penjejak & navigasi: -161 dBm (reakuisisi dari *blank-spot*: -160 dBm).
- Sensitivitas saat baru memulai: -147 dBm pada cold-start, -156 dBm pada hot start.
- Kecepatan pembaharuan data / *navigation update rate*: 5 Hz.
- Akurasi penetapan lokasi GPS secara horisontal: 2,5 meter (SBAS = 2m).
- Rentang frekuensi pulsa waktu yang dapat disetel: 0,25 Hz hingga 1 kHz.
- Akurasi sinyal pulsa waktu: RMS 30 ns (99% dalam kurang dari 60 ns) dengan granularitas 21 ns atau 15 ns saat terkompensasi.
- Akurasi kecepatan: 0,1 meter / detik.
- Akurasi arah (*heading accuracy*): 0,5°.
- Batasan operasi: daya tarik maksimum 4x gravitasi, ketinggian maksimum 50 Km, kecepatan maksimum 500 meter / detik (1800 km/jam).

### 4. Sensor 801s Vibration

Sensor getaran tipe 801s merupakan sensor yang mampu mendeteksi getaran mikro dan dapat bergetar 60.000.000 kali. Spesifikasi dari sensor tipe 801s ini adalah sebagai berikut.

- Ukuran : 20mm \* 32mm \* 11mm
- Chip utama : LM393, 801S
- Tegangan kerja : DC 5V
- Output sinyal : analog dan TTL
- Jangkauan deteksi getaran : tidak berarah

#### 5. Sensor DHT22

- Model : DHT22
- Catu daya : 3.3 - 6 V DC
- Sinyal output : Sinyal digital melalui single-bus
- Elemen sensor : Kapasitor polimer
- Rentang operasi : Kelembaban 0 - 100% RH;  
Suhu -40 ~ 80°C
- Akurasi : Kelembaban  $\pm 2\%$  RH (Max  $\pm 5\%$  RH);  
Suhu  $< \pm 0.5^\circ\text{C}$
- Sensitivitas : Kelembaban 0.1% RH;  
Suhu 0.1°C
- Pengulangan : Kelembaban  $\pm 1\%$  RH;  
Suhu  $\pm 0.2^\circ\text{C}$
- Histeresis kelembaban :  $\pm 0.3\%$  RH
- Stabilitas jangka panjang :  $\pm 0.5\%$  RH/tahun
- Interval pembacaan data : Rata-rata 2 detik
- Pertukaran : Pertukaran penuh
- Dimensi : Ukuran kecil 14\*18\*5.5 mm;  
Ukuran besar 22\*28\*5 mm

Lampiran 4.4 Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Proses perancangan alat



Gambar 2. Proses pemrograman pada Raspberry Pi



Gambar 3. Rancangan alat pada perekaman data di ruangan ber-AC



Gambar 4. Proses pemrograman pada Arduino



Gambar 5. Rancangan alat perekaman data pada uji lapang



Gambar 6. Rancangan alat pada perekaman data di ruangan garam





Gambar 7. Peletakan sensor pada uji lapang



Gambar 8. Proses perekaman data pada uji lapang



Gambar 9. Mobil yang digunakan untuk uji lapang



Gambar 10. Contoh komoditas pertanian pada pasar tradisional



Gambar 11. Contoh komoditas pertanian pada pasar tradisional



Gambar 12. Contoh komoditas pertanian pada pasar tradisional

## Lampiran 4.5 Hasil Perekaman Data pada Uji Laboratorium

AC						Garam Dapur					
Waktu (detik)	Waktu (Real Time)	Hygrometer		Alat		Waktu (detik)	Waktu (Real Time)	Hygrometer		Alat	
		Suhu	RH	Suhu	RH			Suhu	RH	Suhu	RH
0	00:00:00	27.00	71.00	27.20	66.30	0	00:00:00	28.70	83.00	27.90	87.80
2	00:00:02	27.00	71.00	27.20	66.20	2	00:00:02	28.60	83.00	27.90	87.20
4	00:00:04	27.00	71.00	27.30	66.50	4	00:00:04	28.60	83.00	27.90	86.60
6	00:00:06	27.00	71.00	27.20	66.20	6	00:00:06	28.60	83.00	27.90	86.20
8	00:00:08	27.00	71.00	27.30	66.20	8	00:00:08	28.60	83.00	27.90	86.20
10	00:00:10	27.00	71.00	27.30	66.20	10	00:00:10	28.60	83.00	27.90	85.80
12	00:00:12	27.00	71.00	27.20	66.20	12	00:00:12	28.60	83.00	27.90	85.30
14	00:00:14	27.00	71.00	27.20	66.10	14	00:00:14	28.60	83.00	27.90	85.10
16	00:00:16	27.00	71.00	27.20	66.10	16	00:00:16	28.60	83.00	27.90	85.00
18	00:00:18	27.00	71.00	27.20	66.10	18	00:00:18	28.60	83.00	27.90	84.70
20	00:00:20	27.00	71.00	27.20	66.20	20	00:00:20	28.60	83.00	28.00	85.30
22	00:00:22	27.00	71.00	27.20	66.20	22	00:00:22	28.60	83.00	28.00	85.30
24	00:00:24	27.00	71.00	27.30	66.20	24	00:00:24	28.60	83.00	28.00	85.20
26	00:00:26	27.00	71.00	27.30	65.70	26	00:00:26	28.60	83.00	28.00	84.80
28	00:00:28	27.00	71.00	27.20	65.50	28	00:00:28	28.60	83.00	28.00	84.80
30	00:00:30	27.00	71.00	27.20	65.50	30	00:00:30	28.60	83.00	28.00	84.40
32	00:00:32	27.00	71.00	27.20	65.30	32	00:00:32	28.60	83.00	28.00	84.40
34	00:00:34	27.00	71.00	27.30	65.00	34	00:00:34	28.60	83.00	28.00	84.10
36	00:00:36	27.00	71.00	27.30	65.00	36	00:00:36	28.60	83.00	28.00	84.20
38	00:00:38	27.00	71.00	27.20	64.80	38	00:00:38	28.60	83.00	28.00	84.20
40	00:00:40	27.00	71.00	27.20	64.80	40	00:00:40	28.60	83.00	28.00	84.20
42	00:00:42	27.00	71.00	27.20	64.60	42	00:00:42	28.60	83.00	28.00	84.20
44	00:00:44	27.00	71.00	27.20	64.50	44	00:00:44	28.60	83.00	28.00	83.90
46	00:00:46	27.00	71.00	27.20	64.50	46	00:00:46	28.60	83.00	28.00	83.90
48	00:00:48	27.00	71.00	27.20	64.50	48	00:00:48	28.60	83.00	28.00	84.00
50	00:00:50	27.00	71.00	27.20	64.50	50	00:00:50	28.60	83.00	28.00	84.00
52	00:00:52	27.00	71.00	27.20	64.40	52	00:00:52	28.60	83.00	28.00	84.00
54	00:00:54	27.00	71.00	27.20	64.40	54	00:00:54	28.60	83.00	28.00	84.00
56	00:00:56	27.00	71.00	27.20	64.10	56	00:00:56	28.60	83.00	28.10	83.90
58	00:00:58	27.00	71.00	27.20	64.10	58	00:00:58	28.60	83.00	28.10	83.90
60	00:01:00	27.00	71.00	27.20	64.10	60	00:01:00	28.60	83.00	28.00	83.60
62	00:01:02	27.00	71.00	27.20	64.10	62	00:01:02	28.60	83.00	28.00	83.60
64	00:01:04	27.00	71.00	27.20	64.10	64	00:01:04	28.60	83.00	28.10	83.80
66	00:01:06	27.00	71.00	27.20	64.20	66	00:01:06	28.60	83.00	28.00	83.30
68	00:01:08	27.00	71.00	27.20	64.30	68	00:01:08	28.60	83.00	28.00	83.30
70	00:01:10	27.00	71.00	27.20	64.30	70	00:01:10	28.60	83.00	28.10	83.40

AC						Garam Dapur					
Waktu (detik)	Waktu (Real Time)	Hygrometer		Alat		Waktu (detik)	Waktu (Real Time)	Hygrometer		Alat	
		Suhu	RH	Suhu	RH			Suhu	RH	Suhu	RH
3382	00:56:22	26.80	65.00	27.40	60.70	2494	00:41:34	28.30	83.00	29.20	75.40
3384	00:56:24	26.80	65.00	27.40	61.00	2496	00:41:36	28.30	83.00	29.20	75.30
3386	00:56:26	26.80	65.00	27.40	60.80	2498	00:41:38	28.30	83.00	29.20	75.30
3388	00:56:28	26.80	65.00	27.40	60.80	2500	00:41:40	28.30	83.00	29.20	75.30
3390	00:56:30	26.80	65.00	27.40	60.80	2502	00:41:42	28.30	83.00	29.20	75.40
3392	00:56:32	26.80	65.00	27.40	60.70	2504	00:41:44	28.30	83.00	29.20	75.40
3394	00:56:34	26.80	65.00	27.40	60.70	2506	00:41:46	28.30	83.00	29.20	75.40
3396	00:56:36	26.80	65.00	27.40	60.70	2508	00:41:48	28.30	83.00	29.20	75.40
3398	00:56:38	26.80	65.00	27.40	60.60	2510	00:41:50	28.30	83.00	29.20	75.40
3400	00:56:40	26.80	65.00	27.50	60.50	2512	00:41:52	28.30	83.00	29.20	75.40
3402	00:56:42	26.80	65.00	27.40	60.50	2514	00:41:54	28.30	83.00	29.20	75.40
3404	00:56:44	26.80	65.00	27.40	60.50	2516	00:41:56	28.30	83.00	29.20	75.50
3406	00:56:46	26.80	65.00	27.40	60.50	2518	00:41:58	28.30	83.00	29.20	75.40
3408	00:56:48	26.80	65.00	27.50	60.50	2520	00:42:00	28.30	83.00	29.20	75.40
3410	00:56:50	26.80	65.00	27.50	60.50	2522	00:42:02	28.30	83.00	29.20	75.30
3412	00:56:52	26.80	65.00	27.50	60.50	2524	00:42:04	28.30	83.00	29.20	75.20
3414	00:56:54	26.80	65.00	27.40	60.50	2526	00:42:06	28.30	83.00	29.20	75.30
3416	00:56:56	26.80	65.00	27.40	60.40	2528	00:42:08	28.30	83.00	29.20	75.30
3418	00:56:58	26.80	65.00	27.40	60.40	2530	00:42:10	28.30	83.00	29.20	75.20
3420	00:57:00	26.80	65.00	27.40	60.40	2532	00:42:12	28.30	83.00	29.20	75.30
3422	00:57:02	26.80	65.00	27.40	60.30	2534	00:42:14	28.30	83.00	29.20	75.30
3424	00:57:04	26.80	65.00	27.40	60.20	2536	00:42:16	28.30	83.00	29.20	75.40
3426	00:57:06	26.80	65.00	27.40	60.20	2538	00:42:18	28.30	83.00	29.20	75.30
3428	00:57:08	26.80	65.00	27.40	60.30	2540	00:42:20	28.30	83.00	29.20	75.20
3430	00:57:10	26.80	65.00	27.40	60.30	2542	00:42:22	28.30	83.00	29.20	75.30
3432	00:57:12	26.80	65.00	27.40	60.30	2544	00:42:24	28.30	83.00	29.20	75.30
3434	00:57:14	26.80	65.00	27.50	60.30	2546	00:42:26	28.30	83.00	29.20	75.30
3436	00:57:16	26.80	65.00	27.40	60.30	2548	00:42:28	28.30	83.00	29.20	75.30
3438	00:57:18	26.80	65.00	27.40	60.30	2550	00:42:30	28.30	83.00	29.20	75.30
3440	00:57:20	26.80	65.00	27.40	60.30	2552	00:42:32	28.30	83.00	29.20	75.30
3442	00:57:22	26.80	65.00	27.40	60.30	2554	00:42:34	28.30	83.00	29.20	75.30
3444	00:57:24	26.80	65.00	27.40	60.30	2556	00:42:36	28.30	83.00	29.20	75.60
3446	00:57:26	26.80	65.00	27.40	60.30	2558	00:42:38	28.30	83.00	29.20	75.40
3448	00:57:28	26.80	65.00	27.40	60.40	2560	00:42:40	28.30	83.00	29.20	75.40
3450	00:57:30	26.80	65.00	27.40	60.40	2562	00:42:42	28.30	83.00	29.20	75.30
3452	00:57:32	26.80	65.00	27.40	60.50	2564	00:42:44	28.30	83.00	29.20	75.30

**Lampiran 4.6 Hasil Perekaman Data pada Uji Lapang**

No.	Tanggal	Real Time	Latitude	Longitude	RH	Suhu	Getaran
1	04/06/2017	22:54:04	-8.311183	114.200363	79.80	25.60	0
2	04/06/2017	22:54:07	-8.311172	114.200355	80.60	25.60	0
3	04/06/2017	22:54:10	-8.311174	114.200340	80.20	25.60	0
4	04/06/2017	22:54:13	-8.311182	114.200363	79.90	25.60	0
5	04/06/2017	22:54:16	-8.311232	114.200363	80.60	25.60	0
6	04/06/2017	22:54:19	-8.311230	114.200363	80.10	25.60	0
7	04/06/2017	22:54:22	-8.311230	114.200363	80.20	25.60	0
8	04/06/2017	22:54:25	-8.311230	114.200363	80.90	25.60	0
9	04/06/2017	22:54:28	-8.311230	114.200363	80.30	25.60	0
10	04/06/2017	22:54:31	-8.311230	114.200363	80.30	25.60	0
11	04/06/2017	22:54:34	-8.311230	114.200363	80.30	25.60	0
12	04/06/2017	22:54:37	-8.311230	114.200363	80.30	25.60	0
13	04/06/2017	22:54:40	-8.311230	114.200363	80.50	25.60	0
14	04/06/2017	22:54:43	-8.311230	114.200363	80.20	25.60	0
15	04/06/2017	22:54:46	-8.311230	114.200363	80.20	25.60	0
16	04/06/2017	22:54:49	-8.311230	114.200363	80.20	25.60	0
17	04/06/2017	22:54:52	-8.311230	114.200363	80.50	25.60	0
18	04/06/2017	22:54:55	-8.311230	114.200363	80.30	25.60	0
19	04/06/2017	22:54:58	-8.311230	114.200363	80.30	25.60	0
20	04/06/2017	22:55:01	-8.311230	114.200363	80.40	25.60	0
21	04/06/2017	22:55:04	-8.311230	114.200363	80.30	25.60	0
22	04/06/2017	22:55:07	-8.311230	114.200363	80.30	25.60	0
23	04/06/2017	22:55:10	-8.311230	114.200363	80.30	25.60	0
24	04/06/2017	22:55:13	-8.311230	114.200363	80.30	25.50	0
25	04/06/2017	22:55:16	-8.311230	114.200363	80.20	25.60	0
26	04/06/2017	22:55:19	-8.311230	114.200363	80.20	25.60	0
27	04/06/2017	22:55:22	-8.311230	114.200363	80.20	25.60	0
28	04/06/2017	22:55:25	-8.311230	114.200363	80.50	25.60	0
29	04/06/2017	22:55:28	-8.311230	114.200363	80.30	25.50	0
30	04/06/2017	22:55:31	-8.311230	114.200363	80.30	25.50	0
31	04/06/2017	22:55:34	-8.311230	114.200363	80.30	25.50	75
32	04/06/2017	22:55:35	-8.311230	114.200363	80.30	25.50	0
33	04/06/2017	22:55:36	-8.311230	114.200363	80.30	25.50	0
34	04/06/2017	22:55:39	-8.311230	114.200363	80.30	25.50	0
35	04/06/2017	22:55:42	-8.311330	114.200363	80.50	25.60	0
36	04/06/2017	22:55:45	-8.311267	114.200386	80.30	25.50	0
37	04/06/2017	22:55:48	-8.311263	114.200408	80.30	25.50	0
38	04/06/2017	22:55:50	-8.311263	114.200408	80.30	25.50	0

No.	Tanggal	Real Time	Latitude	Longitude	RH	Suhu	Getaran
5773	05/06/2017	01:58:29	-8.121739	113.746589	92.10	22.80	0
5774	05/06/2017	01:58:32	-8.121735	113.746566	92.00	22.80	0
5775	05/06/2017	01:58:35	-8.121708	113.746475	92.00	22.80	0
5776	05/06/2017	01:58:38	-8.121681	113.746414	92.10	22.80	0
5777	05/06/2017	01:58:41	-8.121663	113.746383	92.00	22.90	0
5778	05/06/2017	01:58:44	-8.121650	113.746337	91.90	22.90	0
5779	05/06/2017	01:58:47	-8.121619	113.746276	91.60	22.90	0
5780	05/06/2017	01:58:50	-8.121594	113.746223	91.40	22.90	0
5781	05/06/2017	01:58:53	-8.121561	113.746177	91.40	22.90	0
5782	05/06/2017	01:58:56	-8.121539	113.746162	91.40	22.90	0
5783	05/06/2017	01:58:59	-8.121539	113.746124	91.30	22.90	0
5784	05/06/2017	01:59:02	-8.121482	113.746040	91.20	22.90	0
5785	05/06/2017	01:59:05	-8.121445	113.745986	91.20	22.90	0
5786	05/06/2017	01:59:08	-8.121416	113.745895	91.30	22.90	0
5787	05/06/2017	01:59:11	-8.121382	113.745841	91.20	22.90	0
5788	05/06/2017	01:59:14	-8.121360	113.745819	91.20	22.90	0
5789	05/06/2017	01:59:17	-8.121342	113.745758	91.20	23.00	0
5790	05/06/2017	01:59:20	-8.121331	113.745727	91.50	23.00	0
5791	05/06/2017	01:59:23	-8.121311	113.745719	91.90	23.00	0
5792	05/06/2017	01:59:26	-8.121297	113.745704	92.20	23.00	0
5793	05/06/2017	01:59:29	-8.121297	113.745704	92.30	23.00	0
5794	05/06/2017	01:59:32	-8.121295	113.745697	92.50	23.20	0
5795	05/06/2017	01:59:35	-8.121295	113.745697	92.30	23.20	0
5796	05/06/2017	01:59:38	-8.121283	113.745689	92.00	23.20	0
5797	05/06/2017	01:59:41	-8.121273	113.745674	91.60	23.20	0
5798	05/06/2017	01:59:44	-8.121273	113.745674	91.90	23.30	0
5799	05/06/2017	01:59:47	-8.121273	113.745674	91.70	23.40	0
5800	05/06/2017	01:59:50	-8.121273	113.745674	91.20	23.40	0
5801	05/06/2017	01:59:53	-8.121273	113.745674	90.70	23.30	0
5802	05/06/2017	01:59:56	-8.121273	113.745674	90.10	23.30	0
5803	05/06/2017	01:59:59	-8.121273	113.745674	89.70	23.30	0
5804	05/06/2017	02:00:02	-8.121253	113.745643	89.60	23.30	0
5805	05/06/2017	02:00:05	-8.121243	113.745628	89.60	23.20	0
5806	05/06/2017	02:00:08	-8.121226	113.745620	89.60	23.20	0
5807	05/06/2017	02:00:11	-8.121213	113.745613	89.40	23.20	0
5808	05/06/2017	02:00:14	-8.121213	113.745613	89.40	23.20	0
5809	05/06/2017	02:00:17	-8.121222	113.745582	90.20	23.30	0
5810	05/06/2017	02:00:20	-8.121262	113.745574	91.00	23.60	0
5811	05/06/2017	02:00:23	-8.121294	113.745582	91.20	23.60	0
5812	05/06/2017	02:00:26	-8.121297	113.745582	91.30	23.60	0