

Pengembangan Sistem Monitoring Proses Distribusi Tomat Menggunakan Internet Of Things (IoT)

Developing of Tomato Distribution Process Monitoring System Using Internet of Things (IoT)

Ida Bagus Suryaningrat*), Adam Hegi Darmawan, Winda Amilia, Bertung Suryadharma

¹ Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia

E-mail^{*)}: suryaningrat.ftp@unej.ac.id

Received:
31 January 2023

Revised:
8 March 2024

Accepted:
13 March 2024

Published:
27 March 2024

DOI:
10.29303/jrpb.v12i1.445

ISSN 2301-8119, e-ISSN
2443-1354

Available at
<http://jrpb.unram.ac.id/>

Abstract: Technological development has been used to ensure product quality to consumers. Product quality is directly related to the product, so that it can meet consumer needs and satisfaction. Monitoring from raw materials, processes to distribution is a form of product quality assurance. It is necessary to control or monitor agricultural products with Internet of Things (IoT) technology that uses temperature, humidity, vibration, carbon dioxide (CO₂) sensors, as well as GPS assistance to show the location during distribution process in real time. This research aims to design a monitoring tool for temperature, humidity, vibration, carbon dioxide (CO₂) and location during the distribution process. Field test showed that the GPS sensor could detect the location of the distribution line in real time. The study also showed that the highest temperature was 30.8°C and the lowest temperature was 27.8°C, while the lowest humidity was 80% and the highest was 94%. The observation shows that the SW-420 sensor detected a small vibration of 51.04%, a medium vibration of 19.79%, and a large vibration of 28.64%. The study shows that the MQ-2 sensor able to detect carbon dioxide around tomato products, with the lowest carbon dioxide was 10% and the highest was 23%.

Keywords: distribution; IoT; microcontroller

Abstrak: Perkembangan teknologi dimanfaatkan untuk memberikan jaminan kualitas produk dan menyediakan barang maupun jasa kepada konsumen. Kualitas produk berhubungan langsung dengan produk, Ketika produk tersebut dapat memenuhi kebutuhan dan kepuasan konsumen. Dalam memberikan jaminan kualitas produk memerlukan pengawasan dari bahan baku, proses, hingga pendistribusian produk. Oleh karena itu diperlukan alat yang mampu mengontrol atau memonitoring bahan hasil pertanian dengan memanfaatkan teknologi yaitu Internet of Things (IoT) menggunakan sensor suhu, kelembaban, getaran, karbondioksida (CO₂) dan GPS yang mampu menunjukkan lokasi saat proses distribusi berlangsung secara realtime. Tujuan penelitian ini adalah merancang alat monitoring suhu, kelembaban, getaran, karbondioksida (CO₂) dan mendeteksi lokasi saat distribusi secara real time. Hasil Penelitian pengujian lapang menunjukkan bahwa sensor GPS mampu menunjukkan lokasi secara realtime sesuai dengan jalur pengiriman. Hasil perekaman data suhu tertinggi sebesar 30,8°C dan suhu terendah 27,8°C, sedangkan kelembaban terendah 80% dan tertinggi 94%. Hasil perekaman dari sensor SW-420 menunjukkan terjadinya getaran kecil 51,04%, getaran sedang 19,79%, dan getaran besar 28,64%. Hasil perekaman dari sensor MQ-2 mampu menunjukkan nilai karbondioksida disekitar tomat, yaitu dengan nilai karbondioksida terendah 10% dan tertinggi 23%.

Kata kunci: distribusi; IoT; mikrokontroler

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada era globalisasi sangat pesat sehingga memberikan banyak manfaat dalam kemajuan di berbagai aspek salah satunya aspek industri. Perkembangan teknologi dimanfaatkan untuk memberikan jaminan kualitas produk dan menyediakan barang maupun jasa kepada konsumen, untuk memberikan jaminan kualitas pada konsumen diperlukan pengendalian kualitas. Pengawasan sejak bahan baku, proses, produk jadi, sampai pendistribusian sangat dibutuhkan oleh perusahaan. Kualitas produk merupakan kondisi berhubungan langsung dengan produk, dimana produk dapat memenuhi kebutuhan dan kepuasan konsumen.

Distribusi merupakan salah satu dari aspek pemasaran. Distribusi merupakan proses penyaluran atau pengiriman barang ataupun jasa untuk dipakai ataupun dikonsumsi oleh pembeli atau konsumen. Proses distribusi harus dilakukan pengendalian untuk menjaga mutu dari produk sehingga menjaga kepuasan konsumen. Pengendalian mutu dan pengawasan merupakan faktor penting bagi suatu perusahaan untuk menjaga konsistensi mutu produk yang akan dihasilkan pada suatu pabrik paka (Junais, *et al.*, 2010). Produk hasil pertanian umumnya dikonsumsi dalam bentuk segar, sehingga kadar air sangat menentukan kualitasnya. Kadar air yang tinggi menyebabkan produk mudah rusak (*perishable*) (Varanita, *et al.*, 2016). Buah tomat merupakan salah satu produk hasil pertanian yang mudah mengalami kerusakan. Penanganan yang kurang sempurna pada kegiatan distribusi mengakibatkan kerusakan mencapai 30-50% pada buah tomat. (Widhiantari, *et al.*, 2019)

Berkaitan dengan pengendalian dan pengawasan mutu produk pertanian, saat ini banyak digunakan *Internet of Things* (IoT) yang merupakan sebuah konsep bertujuan untuk memperluas manfaat dari internet yang terhubung secara terus-menerus. *Internet of Things* (IoT) juga dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan berbagai *device* yang bisa saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet, IoT dapat digunakan untuk pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras (*hardware*) serta data melalui jaringan internet (Hardyanto, 2017). *Internet of Things* adalah hubungan antara perangkat fisik dan aplikasi yang menyediakan sarana untuk mengakses dan mengendalikan perangkat tersebut (Zhou, 2013). *Internet of Things* (IoT) juga dapat dimanfaatkan oleh industri pangan untuk menjaga dan mengontrol kualitas produk secara *realtime*. *Internet* memungkinkan digunakan sebagai *device* kontrol yang mampu untuk melakukan kontrol produk dari jarak jauh selama masih terhubung dengan mikrokontroler. Proses pembuatan alat memerlukan kolaborasi antara peralatan elektronika dengan internet membutuhkan platform agar bisa terhubung.

Blynk merupakan sebuah layanan server yang digunakan untuk mendukung *Project internet of Things*. *Blynk* mendukung berbagai jenis mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry, dan lain-lain yang dimanfaatkan sebagai *Project internet of Things*. *Blynk* juga merupakan *dashboard* digital sebagai fasilitas antar muka grafis pada penyusunan *projectnya*. *Blynk* juga memiliki fitur yaitu adanya aplikasi berbasis *Windows Phone*, *Android*, *IOS* yang mempermudah pembuatan berbagai macam alat elektronika berbasis internet dengan sistem kendalai jarak jauh (Handi, *et al.* 2019)

Kemajuan teknologi dapat digunakan untuk *quality control* buah berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memonitor aktivitas distribusi produk hortikultura atau pasca panen menggunakan sensor suhu, kelembapan, getaran dan GPS *realtime*. Penelitian memerlukan sistem untuk *monitoring* aktivitas distribusi, antisipasi perubahan kualitas dan kerusakan produk karena guncangan (getaran) saat distribusi. Platform *blynk* digunakan untuk proses *monitoring* suhu dan kelembapan produk, proses ini berfungsi mendeteksi perubahan suhu serta kelembapan saat distribusi. Perubahan temperatur serta kelembapan berpengaruh pada laju respirasi buah, dan jika terjadi respirasi tinggi dapat mengakibatkan umur simpan buah

menjadi lebih singkat. Sensor getaran berfungsi mendeteksi titik getaran yang tinggi saat aktivitas distribusi. Getaran tinggi dapat mengakibatkan kerusakan fisik pada buah. Sensor karbondioksida digunakan untuk mengetahui laju respirasi yang terjadi saat proses distribusi berlangsung. *Global Positioning System (GPS)* berfungsi untuk mengetahui lokasi bahan baku secara *realtime*.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan alat *monitoring* suhu, kelembapan, getaran, karbondioksida (CO₂) dan lokasi selama proses distribusi

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

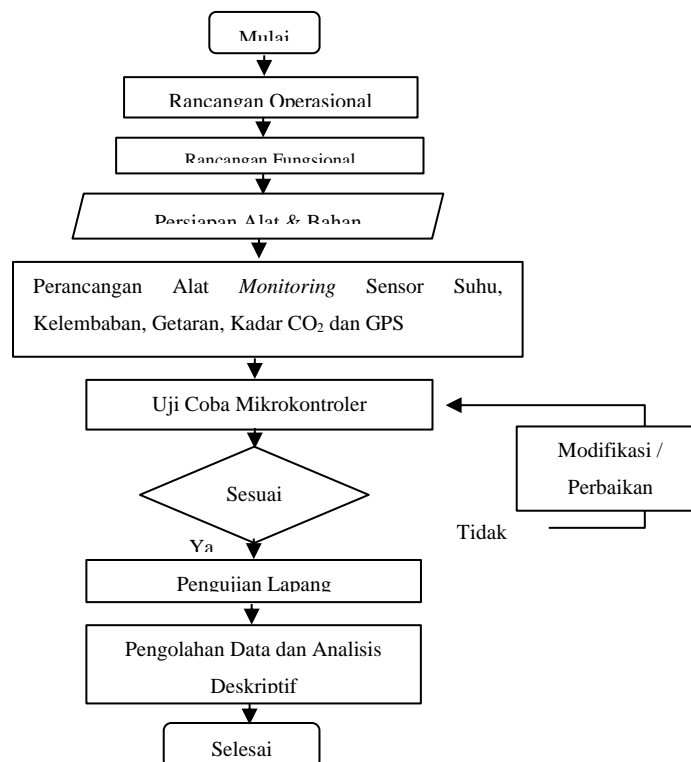
Penelitian ini menggunakan beberapa peralatan yaitu perangkat komputer, Arduino IDE, *smartphone*, aplikasi *Blynk*.

Penelitian ini juga menggunakan beberapa bahan seperti NodeMCU ESP8266, sensor SW-420 untuk sensor getaran, sensor DHT11 untuk suhu dan kelembapan, sensor MQ-2 untuk mengukur karbondioksida, serta Ublox Neo 6M GPS *module* untuk mendeteksi lokasi.

Metode

Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain perancangan dan perakitan, uji fungsional dan uji kinerja. Gambar 1 menunjukkan tahapan lengkap dalam penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian Pembuatan dan Perakitan Alat

Perancangan alat memiliki berbagai tahapan meliputi persiapan alat dan bahan, serta perakitan beberapa komponen yang digunakan. Proses perancangan dilakukan di Laboratorium Teknologi dan Manajemen Agroindustri Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Beberapa hal yang dilakukan untuk proses perancangan alat diawali

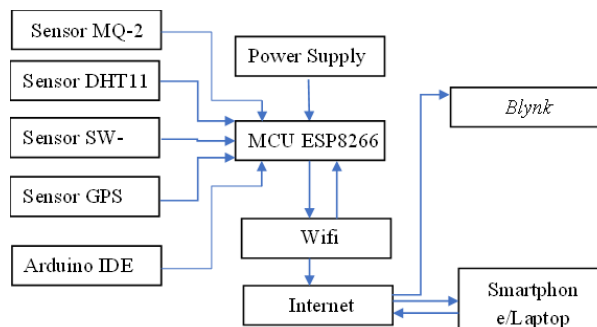
dengan identifikasi prinsip kerja alat, sensor yang digunakan dan gambar sketsa. Tahap berikutnya yaitu rancangan operasional dan fungsional.

Rancangan Operasional

Rancangan operasional merupakan prinsip kerja alat *monitoring* suhu, kelembapan, getaran, karbondioksida dan lokasi berdasarkan deteksi parameter sensor yang berhubungan dengan mikrokontroler yang terkoneksi melalui internet. Alat *monitoring* diletakkan pada kendaraan pengangkut saat proses distribusi berlangsung. Prinsip kerja alat *monitoring* tersebut antara lain dengan menghubungkan NodeMCU ESP8266 dengan internet, sensor mendeteksi suhu, kelembapan, getaran, karbondioksida, serta lokasi secara *realtime* yang dikirim oleh sensor dalam NodeMCU ESP8266. Selanjutnya data dibaca oleh NodeMCU ESP8266, kemudian hasil bacaan tersebut akan dikirimkan ke *cloud storage Blynk*. Aplikasi *Blynk* akan menyimpan semua data dari sensor dan hasil bacaan data dapat diunduh dalam bentuk (.csv). Data yang terekam dapat di *monitor* menggunakan aplikasi *Blynk* pada *smartphone*.

Rancangan Fungsional

Sesuai rancangan operasional alat *monitoring* ini membutuhkan komponen utama yaitu NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, sensor MQ-2, sensor vibration SW-420, dan sensor Ublox Neo-6M mini GPS. Gambar 2. berikut menunjukkan hubungan antar komponen penyusun.



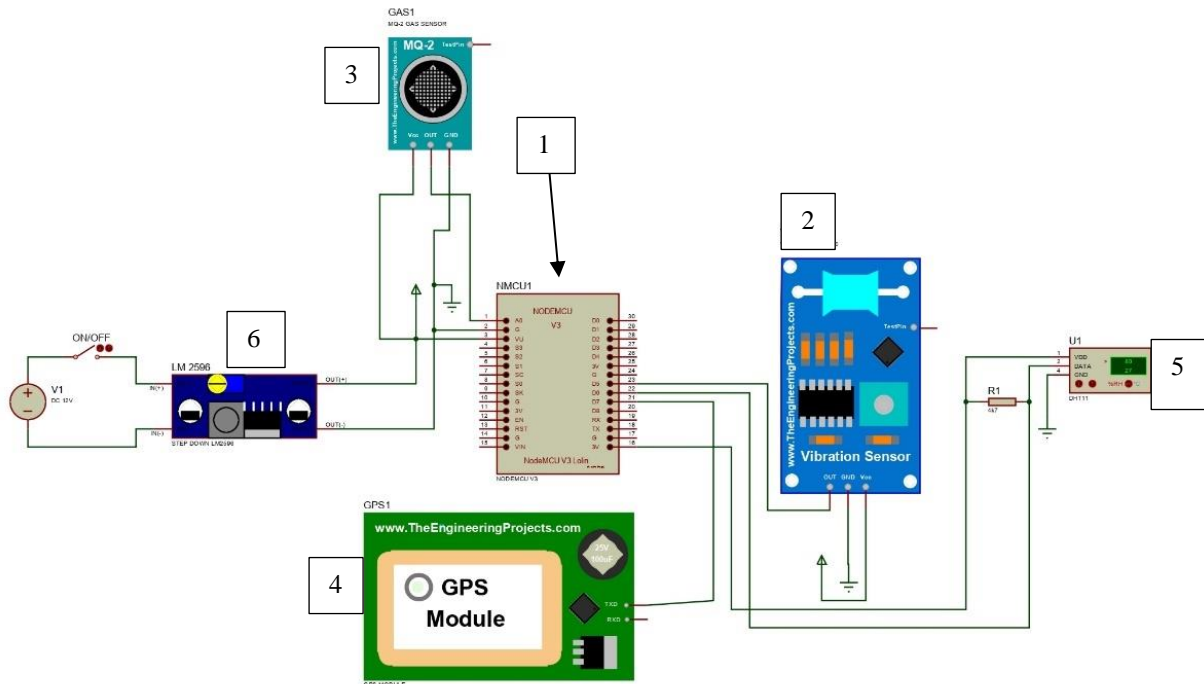
Gambar 2. Blok Unit Penyusun

Fungsi komponen pada blok unit penyusun yaitu NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai *board microcontroller* serta koneksi internet pada proses perekaman data berbasis IoT (Wicaksono, 2017). Arduino IDE digunakan sebagai *software* untuk memprogram *board microcontroller*. Beberapa sensor yang digunakan yaitu DHT 11, SW-420, MQ-2, modul GPS. Database yang digunakan adalah *Blynk*, merupakan platform IoT yang bersifat open source untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai sensor yang digunakan.

Pembuatan Alat

Proses perakitan *monitoring* sensor membutuhkan empat komponen utama antara lain DHT11, SW-420, MQ-2 dan modul mini GPS. Sensor DHT11 dengan 3 kaki yang terdiri dari DATA, VCC dan GND. Langkah pertama yaitu menghubungkan kaki pertama (VCC) ke 3V NodeMCU, kaki kedua (DATA) ke D3 NodeMCU, dan kaki ketiga (GND) ke GND NodeMCU, sensor SW-420 memiliki tiga kaki yang terdiri dari VCC, GND, dan DO. Langkah berikutnya yaitu menghubungkan kaki pertama (VCC) ke 5V, kaki dua (GND) ke GND NodeMCU, kaki tiga (DO) ke D8 NodeMCU, sensor MQ-2 memiliki tiga kaki yang terdiri dari VCC, GND, dan DO. Hubungkan kaki pertama (VCC) ke RX, kaki dua (GND) ke GND NodeMCU, kaki tiga (DO) ke DO NodeMCU, sensor Ublox Neo-6M mini GPS memiliki empat kaki yaitu VCC, GND, RxD, dan TxD. Selanjutnya, menghubungkan kaki pertama (VCC) ke 3V NodeMCU, kaki dua GND ke GND NodeMCU, kaki tiga RxD ke D1 NodeMCU, kaki ke

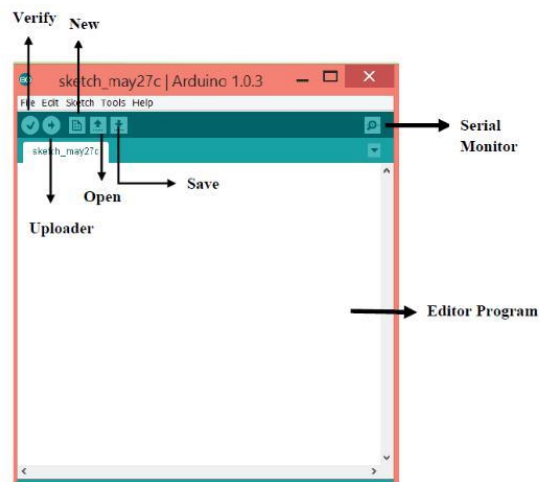
empat TxD ke D2 NodeMCU. Setelah dilakukan proses perakitan tahap selanjutnya yaitu pemrograman dengan *software* Arduino IDE. Gambar 3. Memperlihatkan rangkaian sensor.



Gambar 3. Perakitan *Monitoring* Sensor: (1) Node MCU ESP 8266, (2) SW-420, (3), MQ-2, (4) GPS Module, (5) DHT 11, (6) Tombol *On/Off*

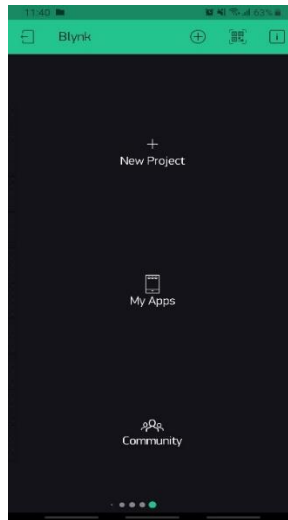
Pemrograman Alat

Tahap selanjutnya yaitu pemrograman menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Arduino IDE merupakan sebuah *platform* elektronika (*electronic prototyping platform*) berbasis *open-source* yang fleksibel, di mana platform ini terdiri atas perangkat keras dan lunak yang mudah digunakan. Arduino sebagai sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada *board input output* sederhana, yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi. Gambar 4. menunjukkan Editor program Arduino.



Gambar 4. Komponen dari Arduino IDE

Tahap selanjutnya adalah melakukan *sign up* pada aplikasi *Blynk*. *Blynk* merupakan sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk mengontrol jarak jauh menggunakan smartphone. *Blynk Apps* dapat digunakan untuk iOS dan OS Andorid untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Wemos dan sejenisnya melalui sambungan internet. Penambahan komponen pada *Blynk Apps* dengan cara *Drag and Drop* dapat memudahkan dalam penambahan komponen *Input/Output* tanpa perlu kemampuan pemrograman Android maupun IOS (Handi, *et., al.* 2019). Langkah selanjutnya yaitu memilih menu *create new project* dan menentukan beberapa *widget box* sesuai kebutuhan perekaman data. Setiap *widget* diberi nama berdasarkan data yang disimpan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Aplikasi *Blynk*

Uji Coba Alat

Uji coba alat dilakukan setelah proses perangkaian dan pemrograman sensor selesai, lalu dilanjutkan dengan proses uji coba *monitoring* sensor untuk memastikan pembacaan alat dapat dilakukan dengan sempurna. Uji coba alat dilakukan dengan tahapan:

- Menyiapkan *power supply* dengan *powerbank* untuk mikrokontroler dengan media *port* berupa kabel data.
- Menghubungkan WiFi Mifi atau *hotspot* ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266
- Membuka aplikasi *Blynk* melalui android atau *website* untuk mengetahui data yang dikirimkan dari sensor suhu, kelembapan, getaran, sensor CO₂ dan titik koordinat lokasi dapat terekam pada aplikasi *Blynk* secara *online*
- Membandingkan pengukuran alat ukur standar untuk pengujian alat sensor berupa Lutron GC-2028 CO₂ meter + *temperatur*, dengan parameter tingkat data *error* pada ruangan ber-AC. Hasil perbandingan nilai data merupakan kesalahan dari kinerja sensor
- Pengujian alat sensor gas CO₂ dilakukan dengan membandingkan alat ukur standar parameter seperti alat kromatografi. Hasil perbandingan sebagai dasar menentukan kesalahan dari kinerja sensor
- Pengujian alat GPS dengan menyalin data-data titik koordinat *latitude* dan *longitude* dilanjutkan membuka *Google Maps* untuk mengetahui kesesuaian titik koordinat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan dan Perakitan Alat

Perancangan alat *monitoring* distribusi kompak dilakukan agar mudah untuk dioperasikan. Perancangan dan perakitan alat yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan sebelum pengujian alat. Perancangan dilakukan sesuai dengan rancangan operasional dan rancangan fungsional komponen dan sensor diletakkan dalam wadah plastik keras (*hardcase*)

agar memudahkan sensor untuk mengambil data yang akan dikirimkan ke database. Sensor DHT11 dan MQ2 diletakkan pada luar wadah (*hardcase*) agar data yang didapatkan sesuai dengan keadaan pada saat proses distribusi dilakukan. Sensor getaran (SW-420) diletakkan berada dalam wadah (*hardcase*) bersama dengan modul GPS Neo 6m dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Perancangan dan Perakitan Alat

Proses awal dalam perancangan dan perakitan alat yaitu dengan mempersiapkan sensor dan beberapa alat yang berupa NodeMCU 8266, sensor DHT11, sensor getaran SW-420, sensor GPS Neo 6m, serta beberapa alat-alat pendukung lain yaitu kabel *jumper male/female*, kabel USB dan *power supply* setelah alat dan sensor lengkap kemudian alat dirakit sesuai dengan rancangan operasional dan fungsional. Setelah alat terpasang dengan benar kemudian mengaktifkan *hotspot* yang sudah terprogram dalam Arduino IDE, kemudian mengaktifkan NodeMCU 8266 dengan menggunakan bantuan daya dari *power supply*. Ketika dinyalakan maka akan muncul LED berwarna biru pada mikrokontroler serta sensor dapat membaca data yang kemudian akan dikirimkan *database server*. Data yang dideteksi oleh sensor akan ditampilkan pada aplikasi *Blynk* secara *realtime*.

Hasil Pemrograman Alat

Hasil pemrograman alat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan beberapa sensor yang tertanam dalam mikrokontroler adalah sensor DHT11, SW-420, MQ-2, GPS Neo 6m. Komponen penting dalam menjalankan system pemrograman yang berbasis IoT (*Internet of Things*) adalah NodeMCU 8266. NodeMCU menjalankan fungsi sebagai otak (pusat) bagi sensor dan modul pada alat. Dalam pemrograman alat ini juga menggunakan *software* Arduino IDE (*integrated Development Environment*) yang berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory mikrokontroler. Alat *monitoring* distribusi berbasis IoT ini memerlukan beberapa library saat pemrograman dengan tujuan mempermudah programmer dalam mendefinisikan apa saja yang diperlukan oleh mikrokontroler. Library berfungsi untuk menulis string value pada aplikasi *Blynk*, menyambungkan mikrokontroler, internet, aplikasi *Blynk*, dan pengambilan data yang diperlukan oleh semua sensor. Sensor yang terdapat dalam mikrokontroler adalah sensor DHT11, SW-420, MQ-2, GPS Neo 6m. Berikut merupakan hasil pemrograman alat dengan menggunakan Arduino IDE:

```
#include <TinyGPS++.h> // gps library
TinyGPSPlus gps; // object gps
double latitude, longitude;

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
BlynkTimer timer;

char auth[] = "ML0l14ep0e4tLu7qT2HbL5dhXral-rRm";
char ssid[] = "mywifi";
char pass[] = "354354354";

#include "DHT.h" // library dht
#define DHTPIN D6
#define DHTTYPE DHT11
#define gaspin A0
#define getarpin D5
// konfigurasi dht
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

float suhu;
int kelembapan;
int gas;
int getaran;
String link="";

WidgetMap myMap(V0);
long indexmove=1;

// external interupsi
ICACHE_RAM_ATTR void ISRrun(){
  getaran++;
}
int lock=0;
void tasktimer(){
  // baca sensor
  gas = map(analogRead(gaspin),0,1023,0,100);
  kelembapan = dht.readHumidity();
  suhu = dht.readTemperature();
  // re begin jika terjadi error
  if(isnan(kelembapan) | | isnan(suhu))dht.begin();

  myMap.location(indexmove, latitude, longitude, String(latitude,6) + "," + String(longitude,6) );
  indexmove++;
  Blynk.virtualWrite(V1, suhu);
  Blynk.virtualWrite(V2, kelembapan);
  Blynk.virtualWrite(V3, gas);
  Blynk.virtualWrite(V4, getaran);
  Blynk.virtualWrite(V5, suhu);
  Blynk.virtualWrite(V6, kelembapan);
  Blynk.virtualWrite(V7, gas);
  Blynk.virtualWrite(V8, getaran);
  if(suhu>=33){
    if(lock==0){
      Blynk.email("lokasi@gmail.com", "ESP8266 Alert", link);
      Blynk.notify("ESP8266 Alert - Terdeteksi Suhu tinggi!");
    }
    lock=1;
  }
  else{
    lock=0;
  }
}
```



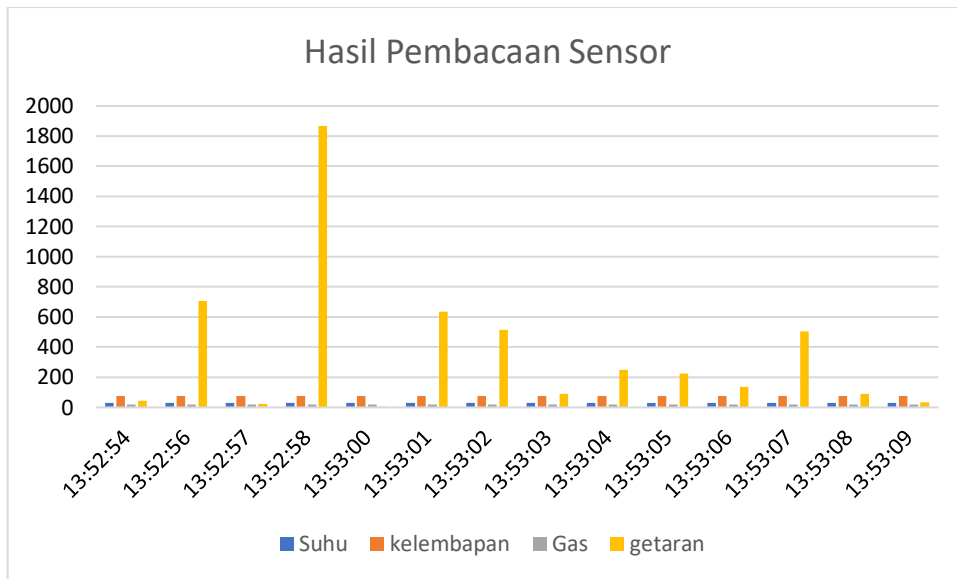
```
}
Serial.print("suhu:");Serial.print(suhu);
Serial.print(" kelembapan:");Serial.print(kelembapan);
Serial.print(" gas:");Serial.print(gas);
Serial.print(" getaran:");Serial.print(getaran);
Serial.println();
Serial.println(link);
getaran=0;
}
void setup()
{
  // Debug console
  Serial.begin(9600);
  pinMode(getarpin,INPUT);
  dht.begin(); // inisialisasi dht
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(getarpin), ISRrun, FALLING);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  timer.setInterval(1000L, tasktimer);
}
void loop()
{
  Blynk.run();
  timer.run();
  while(Serial.available()) {
    gps.encode(Serial.read());
  }
  if(gps.location.isUpdated()) {
    latitude = gps.location.lat();
    longitude = gps.location.lng();
    link = "www.google.com/maps/place/" + String(latitude,6) + "," + String(longitude,6) ;
    //delay(1000);
  }
}
//www.google.com/maps/place/-7.729997,110.494514
```

Gambar 7. Pemrograman Alat

Uji Kinerja Sistem

Uji fungsi sensor dinyatakan berfungsi apabila data yang diterima oleh sensor dapat ditampilkan pada *serial monitor* Arduino IDE (Rangan et al., 2020).

Uji kinerja akan berhubungan dengan fungsional dari alat yang sudah dibuat, sehingga alat dapat dipastikan alat mampu melakukan pengambilan serta perekaman data suhu, kelembapan, getaran dan karbondioksida secara optimum. Uji kinerja alat ini dilakukan sebelum pengambilan data pada proses distribusi tomat dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pembacaan Sensor

Pengujian perbandingan sensor dengan alat ukur standar dilakukan untuk mengetahui tingkat *error* nilai bacaan dari sensor DHT11 dan MQ2 dengan membandingkan dengan alat ukur standar yaitu CO₂ Meter, alat ini mampu mengukur karbondioksida, suhu dan kelembapan. Pengujian ini dilakukan di dalam ruangan ber-AC dengan bacaan sensor sebanyak 30 data dalam waktu 90 menit dengan jeda waktu selama 3 (tiga) menit. Hasil dari Uji kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 1. s.d Tabel 3. Kesalahan pengukuran dihitung dengan menggunakan persamaan 1 (Nuryanto, 2015).

$$Kesalahan(\%) = \frac{A}{B} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

A = selisih pengukuran sensor dan pengukuran standar

B = pengukuran standar

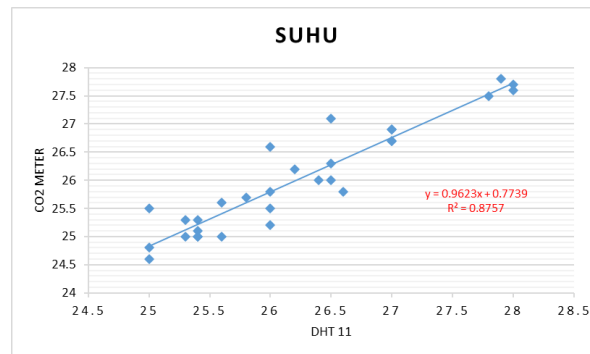
Kemudian, untuk keakuratan pengukuran sensor dihitung dengan persamaan 2 (Sasono, *et al.*, 2020).

$$Keakuratan(\%) = 100 - \left(\frac{A}{B} \times 100\right)$$

Tabel 1. Kalibrasi Suhu pada Sensor DHT11

DHT 11	CO ₂ Meter + humidity/temp	Selisih	Error
Suhu (°C)	Suhu (°C)		(%)
28	27,7	0,3	1,08
28	27,6	0,4	1,45
27,9	27,8	0,1	0,36
27,8	27,5	0,3	1,09
27	26,9	0,1	0,37
27	26,9	0,1	0,37
27	26,7	0,3	1,12
27	26,7	0,3	1,12
26,5	26	0,5	1,92

DHT 11	CO ₂ Meter + humidity/temp	Selisih	Error
Suhu (°C)	Suhu (°C)		(%)
26,5	27,1	0,6	2,21
26	26,6	0,6	2,26
26,2	26,2	0	0
26,5	26,3	0,2	0,76
26,4	26	0,4	1,54
26	25,8	0,2	0,78
25,8	25,7	0,1	0,39
25,6	25,6	0	0
26,6	25,8	0,2	0,78
26	25,5	0,5	1,96
26	25,2	0,8	3,17
25,6	25	0,6	2,40
25,4	25	0,4	1,60
25,4	25	0,4	1,60
25	25,5	0,5	1,96
25,3	25,3	0	0
25,4	25,3	0,1	0,40
25,4	25,1	0,3	1,20
25,3	25	0,3	1,20
25	24,8	0,2	0,81
25	24,6	0,4	1,63
rata -rata error			1,18
Keakuratan			98,82

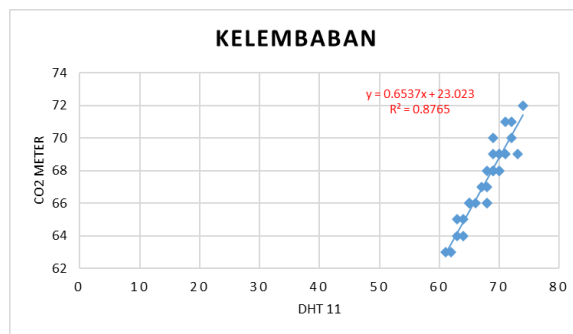


Gambar 9. Grafik Linier sensor suhu DHT 11

Tabel 2. Kalibrasi Kelembapan DHT11

DHT 11	CO ₂ Meter + humidity/temp	Selisih	Error
RH%	RH%		%
62	63	1	1,59
61	63	2	3,17
63	64	1	1,56
64	64	0	0
64	65	2	3,08
63	65	2	3,08

DHT 11 RH%	CO ₂ Meter + humidity/temp RH%	Selisih	Error %
65	66	1	1,52
65	66	1	1,52
65	66	1	1,52
66	66	0	0
67	67	0	0
68	67	1	1,49
68	66	2	3,03
68	66	2	3,03
69	68	1	1,47
69	68	1	1,47
70	68	2	2,94
70	69	1	1,45
69	68	1	1,47
68	68	0	0
69	69	0	0
70	68	2	2,94
69	70	1	1,43
70	69	1	1,45
71	69	1	1,45
71	71	0	0
72	71	1	1,41
72	70	2	2,86
73	69	4	5,80
74	72	2	2,78
Rata - rata error			1,78
Keakuratan			98,21

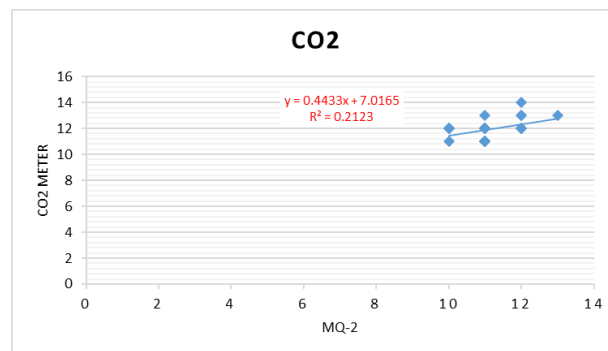


Gambar 10. Grafik Linier sensor kelembapan DHT11

Tabel 3. Kalibrasi CO₂ Sensor MQ-2

MQ-2 CO ₂ (%)	CO ₂ Meter + humidity/temp CO ₂ (%)	Selisih	Error (%)
13	13	0	0
12	13	1	7,69
12	12	0	0
12	12	0	0

MQ-2	CO ₂ Meter + humidity/temp	Selisih	Error
CO ₂ (%)	CO ₂ (%)		(%)
12	13	1	7,69
11	12	1	8,33
11	12	1	8,33
11	12	1	8,33
11	11	0	0
11	12	1	8,33
11	11	0	0
11	12	1	8,33
11	11	0	8,33
11	11	0	0
11	12	1	8,33
11	12	1	8,33
11	13	2	15,38
11	12	1	8,33
12	12	0	0
12	14	2	14,29
11	12	1	8,33
10	12	2	16,67
10	12	2	16,67
11	11	0	0
12	12	0	0
12	12	0	0
10	12	2	16,67
11	11	0	0
10	12	2	16,67
10	11	1	9,09
Rata - rata error			6,53
Keakuratan			98,47



Gambar 11. Grafik linier sensor MQ-2

Analisis data sensor DHT11 dalam mengukur suhu dapat dilihat pada Tabel 1 menunjukkan rata-rata *error* suhu diperoleh 1,18% dengan tingkat akurasi 98,82%, hal ini menunjukkan sensor memiliki akurasi sangat baik dan pada Gambar 9 menunjukkan grafik ketepatan sensor didapatkan nilai R² 0,8757. Analisis data sensor DHT11 dalam mengukur kelembapan dapat dilihat pada Tabel 2 menunjukkan rata-rata *error* suhu diperoleh 1,78% dengan tingkat akurasi 98,21%, menunjukkan sensor memiliki akurasi sangat baik. Pada Gambar 10 menunjukkan grafik ketepatan sensor didapatkan nilai R² 0,8765. Analisis data sensor MQ2 dalam mengukur gas dapat dilihat pada Tabel 3 menunjukkan rata-rata *error* yang rendah pada suhu diperoleh 6,53 dengan tingkat akurasi 98,47% menunjukkan sensor memiliki

akurasi sangat baik untuk digunakan, dan pada Gambar 11 menunjukkan grafik ketepatan sensor didapatkan nilai R^2 0,2123. Sensor module SW-240 merupakan sensor yang mendeteksi getaran. Sensor ini memanfaatkan pelampung logam yang bergerak ketika getaran diterima oleh modul sensor. Sensor ini memiliki 2 output yaitu digital output (jika getaran rendah atau tidak ada sama sekali getaran nilai output yang mendeteksi 0) dan analog output (tegangan) (Saputra, Z. R., 2018).

Hasil Pengujian Lapang

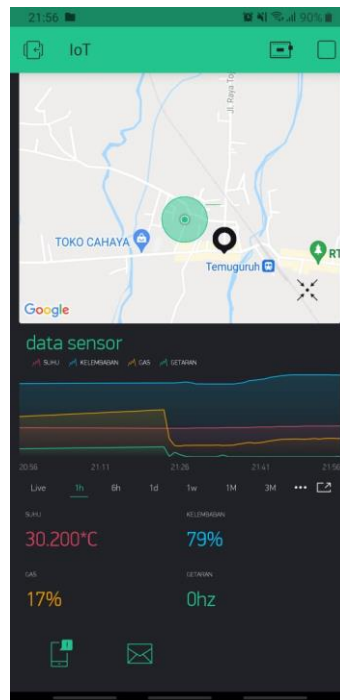
Pengujian lapang ini dilakukan setelah berbagai tahapan mulai dari tahap perakitan sampai dengan proses uji kinerja alat. Alat yang telah dilakukan uji kinerja dan alat mampu bekerja dengan baik maka selanjutnya dilakukan proses uji lapang dengan mengikutsertakan alat saat proses distribusi berlangsung. Pengujian ini bertujuan untuk merekam data saat distribusi berlangsung dari parameter suhu, kelembapan, getaran dan karbondioksida (CO_2). Proses distribusi ini dilakukan dari Gudang pengepul yang berada di wilayah Desa Temuguruh, Kecamatan Sempu, Kabupaten Banyuwangi menuju Pasar Silo Kabupaten Jember. Menurut Badan Pusat Statistik (2020), Kecamatan Sempu sebagai penghasil tomat, dapat memproduksi tomat sebesar 274 ton.

Teknis dalam *Monitoring* proses distribusi ini alat yang telah dirangkai diletakkan di atas kendaraan mobil *pick up* berada di atas dari tumpukan tomat. Tujuan dari peletakan alat dibagian atas tomat yaitu untuk mendapatkan hasil suhu, kelembapan, karbondioksida, dan getaran yang sesuai dengan yang dialami oleh tomat selama proses distribusi. Proses pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Proses Pengambilan Data

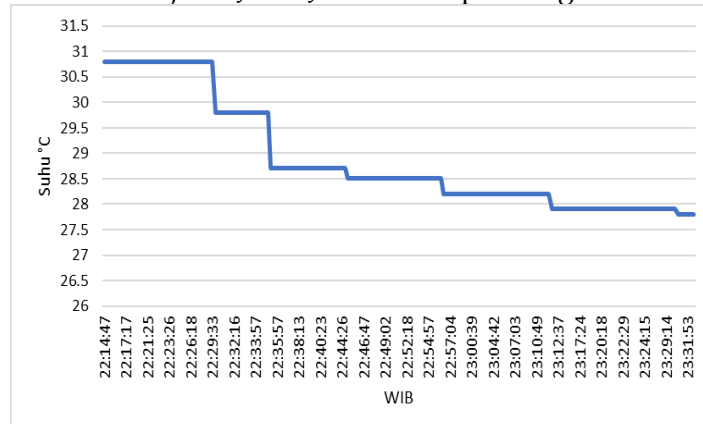
Proses pengujian lapang alat *monitoring* yang telah dirangkai dan telah terpasang pada kendaraan selanjutnya proses menghidupkan alat yaitu dengan menghubungkan alat dengan *power supply*, selanjutnya memastikan alat telah terhubung dengan hotspot yang sudah disiapkan, agar alat mampu mengirimkan data selama proses distribusi dan memastikan modul GPS mendapatkan sinyal agar letak alat selama proses distribusi dapat di *monitoring* melalui gawai. Data yang terkirim dari masing - masing sensor selama proses distribusi dapat diamati secara *realtime* dan dapat dilihat melalui aplikasi *Blynk* di *smartphone*. Hasil proses distribusi dapat dilihat melalui *smartphone* seperti Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan Aplikasi Blynk

Analisis Data Hasil Monitoring

Hasil *monitoring* perekaman data suhu selama proses distribusi berlangsung ditunjukkan pada Gambar 14 yaitu menunjukkan perubahan kondisi suhu pada saat proses distribusi berlangsung. Pendistribusian berlangsung pada pukul 22.14 – 23.32 WIB, untuk jalur yang dilalui yaitu melalui jalur Jalan Jember sampai dengan Pasar Silo.

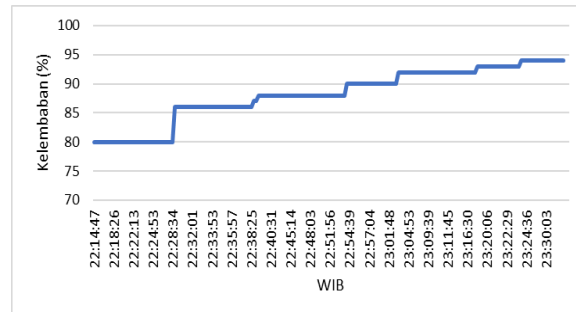


Gambar 14. Grafik Perekaman Suhu

Berdasarkan Hasil *monitoring* data suhu pada Gambar 11 dapat diketahui bahwa nilai suhu awal pengiriman yaitu diangka 30,8°C, distribusi tomat dimulai pada jam 22.14 WIB. Distribusi tomat berlangsung 22.14 – 23.32 WIB dan selama proses distribusi data suhu yang didapatkan mengalami penurunan, suhu menurun secara bertahap bersamaan dengan perjalanan distribusi. Penurunan suhu yang dialami saat distribusi disebabkan beberapa faktor yaitu kondisi lapangan yang menunjukkan waktu malam hari (Mekprayoon & Tangduangdee, 2012). Penurunan suhu sedikit atau rendah dapat berpengaruh terhadap buah, untuk buah klimakterik seperti tomat proses pematangannya akan tertunda, sedangkan buah non klimakterik dapat menurunkan laju kerusakannya (Sudjatha & Wisaniyasa, 2017). Menurut Tarigan *et al.*(2016), tomat termasuk buah klimakterik, respirasinya meningkat pada awal penyimpanan dan menurun seiring lama waktu penyimpanan. Pola respirasi ini

berpengaruh pada tomat, yang dimana suhu memiliki peranan penting dalam ketahanan umur simpan tomat

Hasil *monitoring* kelembapan selama proses distribusi mengalami kenaikan. kelembapan dapat mempengaruhi kualitas bahan hasil pertanian. Berdasarkan hasil *monitoring* hasil kelembapan dapat dilihat pada Gambar 15.

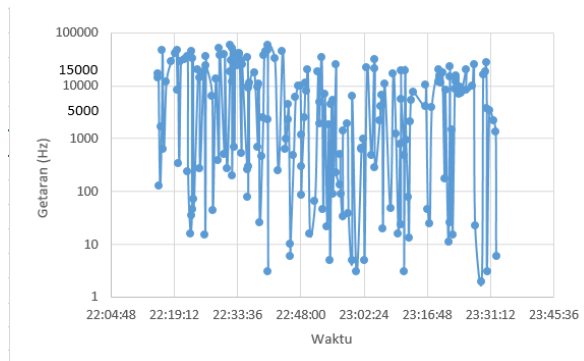


Gambar 15. Grafik Perekaman data Kelembapan

Berdasarkan Hasil *monitoring* data kelembapan pada Gambar 12 dapat diketahui bahwa nilai kelembapan awal pengiriman yaitu di angka 80% RH, distribusi tomat dimulai pada jam 22.14 WIB. Distribusi tomat berlangsung 22.14 – 23.32 WIB. Hasil *monitoring* parameter kelembapan di lingkungan sekitar bahan yaitu tomat menunjukkan peningkatan kelembapan sesuai dengan kondisi lingkungan yang dilewati pada proses distribusi. Pada data perekaman kelembapan selama 14 menit awal data yang diterima yaitu 80% RH, kemudian kelembapan terjadi kenaikan secara bertahap yaitu memasuki pukul 22.29 – 23.24 WIB dan data yang diterima mengalami kenaikan mulai dari 86%RH – 94%RH.

Kenaikan nilai kelembapan selama proses distribusi dikarenakan suhu dan kelembapan memiliki hubungan erat, apabila suhu berubah maka kelembapan akan berubah. Semakin rendah suhu udara maka kelembapan akan naik (Marni & Jumarang, 2016). Kelembapan relatif 85-90% disarankan dalam proses pematangan pada buah yang tingkat warnanya hijau dan sedikit berwarna kuning, akan tetapi harus diturunkan kelembapan relatifnya yaitu antara 70-75% jika tingkatan warnanya lebih banyak hijau daripada kuning. Jika kelembapan sangat rendah, akan terjadi kehilangan air yang sangat banyak selama proses pematangan dan warna menjadi kurang baik. kelembapan tinggi menyebabkan jamur mudah tumbuh termasuk pada dinding ruangan (Sudjatha & Wisaniyasa, 2017).

Proses *Monitoring* sensor getaran selama proses distribusi hasil pertanian yaitu Tomat dengan tujuan untuk mengetahui terjadinya frekuensi getaran, dikarenakan getaran menjadi salah satu faktor yang dapat mengakibatkan kerusakan pada tomat. Hasil *monitoring* getaran dapat ditunjukkan pada Gambar 16, untuk rute yang dilewati yaitu dari Jalan Temuguruh melewati Jalan Jember-Banyuwangi hingga sampai di Pasar Silo Jember.



Gambar 16. Grafik Perekaman Sensor Getaran

Berdasarkan hasil *monitoring* getaran pada Gambar 16 dapat dilihat bahwa selama proses distribusi berlangsung data yang didapatkan oleh sensor mengalami frekuensi getaran yang sangat beragam. Tingkat nilai getaran dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai *Output Warning System Sensor SW-420*

No	Getaran (Hz)	Status
1	0	Tidak ada getaran
2	<5000	Kecil
3	<15000	Sedang
4	>15000	Besar

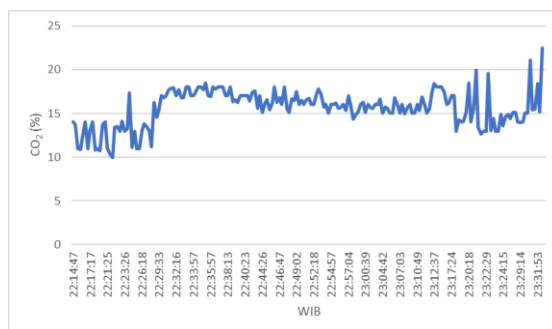
Sumber: (Saputra *et al.*, 2018)

Berdasarkan data pada Gambar 16 diketahui nilai getaran yang ditimbulkan selama proses distribusi dimana angka getaran yang terekam mulai dari 0Hz yang artinya tidak ada getaran, 4866Hz artinya kecil, 57893Hz artinya besar. Getaran dalam skala “sedang” didapatkan nilai rata-rata terjadinya getaran sedang yaitu sebesar 19,79 % dari total keseluruhan getaran selama proses distribusi berlangsung. Awal getaran sedang terjadi pada pukul 22:15:29 WIB yaitu dengan getaran 13866Hz. Getaran dengan skala besar didapatkan nilai rata-rata terjadinya getaran “besar” yaitu 28,64% dari total keseluruhan nilai getaran selama proses distribusi. awal terjadinya getaran besar yaitu pada pukul 22:15:23 dengan getaran sebesar 16879Hz. Sedangkan untuk perekaman getaran kecil yang didapatkan oleh sensor getaran selama proses distribusi didapatkan sebanyak 51,04 %, getaran kecil terjadi setiap waktu selama proses distribusi berlangsung.

Getaran yang terjadi dalam proses distribusi dapat mengakibatkan kualitas dari tomat berkurang dan dapat menimbulkan kecacatan fisik. Tingkat kerusakan pada produk hasil pertanian dipengaruhi oleh getaran saat distribusi berlangsung. Beberapa factor yang perlu diperhatikan saat distribusi antara lain jenis suspense kendaraan, kondisi jalan, kecepatan dan fitur kemasan (Soleimani, 2015). Oleh karena itu, dengan getaran nilai tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada buah dan menyebabkan memar pada buah memberikan peluang keluarnya air. Keluarnya air dapat menyebabkan kerusakan tekstur (kelunakan), kerusakan kandungan gizi, kelayuan dan pengerutan. Dampak getaran mesin mengakibatkan terjadinya kehilangan kadar air, penanganan kasar selama bongkar muat yang diterima buah selama proses distribusi dapat mempengaruhi mutu fisik, tekstur, dan nilai gizi tomat (Pathare & Opara, 2014).

Hasil *monitoring* perekaman data karbondioksida selama proses diung ditunjukkan pada Gambar 17 menunjukkan kondisi perubahan nilai karbondioksida (CO₂) yang fluktuasi

selama proses distribusi berlangsung. Pendistribusian berlangsung pada pukul 22.14 – 23.32 WIB, untuk jalur yang dilalui yaitu melalui jalur Jember sampai dengan Pasar Silo



Gambar 17. Grafik Perekaman Karbondioksida

Berdasarkan hasil data sensor karbondioksida pada Gambar 17 menunjukkan selama proses distribusi berlangsung data yang sudah direkam oleh sensor mengalami nilai yang berfluktuasi. Namun pada akhir grafik mengalami kenaikan jumlah karbondioksida. Kenaikan Karbondioksida terjadi pada pukul 22.32 WIB, hal ini dikarenakan jalur atau rute melewati daerah perkotaan yang dimana kenaikan karbondioksida dapat dipengaruhi oleh aktifitas kendaraan lainnya. Karbondioksida mengalami peningkatan pada pukul 23.20 WIB dan 23.31 WIB. Peningkatan laju respirasi pada tomat dapat menyebabkan terjadinya susut bobot buah, meningkatnya laju respirasi akan menyebabkan perombakan senyawa seperti karbohidrat pada buah dan menghasilkan karbondioksida (CO₂), energi dan air yang menguap melalui permukaan kulit tomat dan menyebabkan kehilangan bobot (Roiyana et al., 2012)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada penelitian ini alat *monitoring* suhu, kelembapan, getaran, dan karbondioksida dalam proses distribusi dapat di implementasikan di lapang. *Server* IoT pada alat ini berperan memberikan informasi data yang didapatkan oleh sensor secara *realtime*. Hasil data yang diperoleh dari alat *monitoring* suhu, kelembapan, getaran, dan karbondioksida mampu merekam data selama proses distribusi berlangsung. Hasil perekaman dari sensor DHT11 yaitu suhu tertinggi sebesar 30,8°C dan suhu terendah 27,8°C, sedangkan kelembapan terendah 80% RH dan tertinggi 94% RH. Hasil perekaman dari sensor SW-420 menunjukkan getaran kecil 51,04%, getaran sedang 19,79%, dan getaran besar 28,64%. Hasil perekaman dari sensor MQ-2 mampu menunjukkan nilai karbondioksida disekitar tomat, yaitu dengan nilai karbondioksida terendah 10% dan tertinggi 23%.

Saran

Untuk mengembangkan sensor dapat ditambahkan sensor mengukur oksigen (O₂) disekitar bahan sehingga dapat membandingkan nilai oksigen dengan karbondioksida sehingga mampu mengukur laju respirasi yang terjadi. Pengambilan data sebaiknya pada kendaraan yang tertutup.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang menyediakan seluruh fasilitas dalam penelitian ini.

PENDANAAN

Penelitian ini tidak menggunakan pendanaan eksternal.

CONFLICT OF INTEREST

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak mana pun. Pendanaan dilakukan secara mandiri sehingga dalam desain penelitian, pengumpulan, analisis, atau interpretasi data, penulisan naskah, atau dalam keputusan mengumumkan hasil penelitian dilakukan bersama antara penulis dengan tim peneliti.

DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistika. 2020. Produksi Tanaman Sayuran Menurut Kecamatan dan Jenis Tanaman. Banyuwangi: BPS Jawa Timur. <https://banyuwangikab.bps.go.id/statictable/2021/10/24/185>
- Handi, Fitriyah, H., & Edhi Setyawan, G. (2019). *Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur dengan Metode Logika Fuzzy (Vol. 3, Issue 4)* 3258-3265. [Http://j-ptiik.ub.ac.id](http://j-ptiik.ub.ac.id)
- Hardyanto, R. H. (2017). Konsep Internet of Things pada Pembelajaran Berbasis Web. *Jurnal Dinamika Informatika*, 6(1), 87-97. <http://upy.ac.id/ojs/index.php/dinf/article/viewFile/971/769>
- Junais, M. I., Nurdin. B dan Rindam. L. 2010. Kajian Strategi Pengawasan dan Pengendalian Mutu Produk Ebi Furay PT. Bogasari. J. Nasional Vol (1) 1, 1-14. <http://kin.perpusnas.go.id/DisplayData.aspx?pId=45545&pRegionCode=UNHAS&pClientId=633>
- Marni, & Jumarang, M. I. (2016). Analisis Hubungan Kelembapan Udara dan Suhu Udara terhadap Parameter Tebal Hujan di Kota Pontianak. *Prisma Fisika*, IV (03), 80-83.
- Mekprayoon, R., & Tangduangdee, C. (2012). Influence of Nusselt Number on Weight Loss During Chilling Process. *Procedia Engineering*, 32,90-96. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.1241>
- Nuryanto, R. (2015). *Pengukur Berat dan Tinggi Badan Ideal Berbasis Arduino*. Surakarta: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. <https://eprints.ums.ac.id/40510/17/NASKAH%20PUBLIKASI3.4.pdf>
- Pathare, P. B., & Opara, U. L. (2014). Structural Design of Corrugated Boxes For Horticultural Produce: A Review. *Biosystems Engineering* (Vol. 125: 128-140). <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.06.021>
- Rangan, A. Y., Yusnita Amelia, & Awaludin Muhammad. (2020). Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things pada suhu dan Kelembapan Udara di Laboratorium Kimia XYZ. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(2), 168-183. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.V4i2.404>
- Roiyana, M., Izzati, M., & Prihastanti, E. (2012). Potensi dan Efisiensi Senyawa Hidrokoloid Nabati sebagai Bahan Penunda Pematangan Buah. *Buletin Anatomi dan Fisiologi Dh Sellula*, 20(2), 40-50. <https://doi.org/10.14710/baf.v20i2.4771>.

- Saputra, J. F., Rosmiati, M., & Sari, M. I. (2018). Pembangunan Prototype Sistem Monitoring Getaran Gempa Menggunakan Sensor Module SW-420. *Eproceedings of Applied Science*, 4(2442-5826), 2055. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/7170/7058>
- Saputra, Z. R.. 2018. Perancangan Pengendali Pintu Pagar Dengan Sistem Personal Identification Number. *J. Manaj. Dan Komput. SIGMATA*, vol. 6, no. 1, pp. 47- 54. doi: 10.13140/RG.2.2.11536.4608
- Sasono, S. H., Nugroho, A. S., Supriyanto, E., & Kusumastuti, S. (2020). IoT Smart Health Untuk Monitoring Dan Kontrol Suhu dan Kelembapan Ruang Penyimpanan Obat Berbasis Android di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Sardjito Yogyakarta. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi XV Tahun 2020 (ReTII)*, 53-062. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII>
- Soleimani, B., & Ebrahim, H. (2015). Evaluation and Analysis of Vibration During Fruit Transport as a Function of Road Conditions, Suspension System and Travel Speeds. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. (Vol 8 issues 1), 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.eaef.2014.08.002>
- Sudjatha, W., & Wisaniyasa, N. W. (2017). Fisiologi dan Teknologi. Pascapanen. *Udayana University Press*.
- Tarigan, N. Y. S., Utama, I. M. S., & Kencana, P. K. D. (2016). Mempertahankan mutu buah tomat segar dengan pelapisan minyak nabati. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 4(1), 1-9. <https://jurnal.harianregional.com>.
- Varanita Arrinesia, Z., Tamrin & Haryanto, A. (2016). Pengaruh Getaran terhadap Kerusakan Mekanis Tomat (*Lycopersicum esculentum mill*) *Effect of Vibration on Mechanical Damage of Tomato (Lycopersicum esculentum mill)*. In *Jurnal Teknik Pertanian Lampungool* (Vol. 5, Issue 2) 117-124. <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v5i2.%25p>
- Wicaksono, Fajar, M. (2017). Implementasi Modul Wifi Nodemcu Esp8266 Untuk Smart Home. *Jurnal Teknik Komputer Unikom-Komputika* (Vol. 6, Issue 1). <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/komputika/article/view/339>
- Widhiantari, I. A., Sandra, S., & Djoyowasito, G. (2019). Perubahan Sifat Fisik Buah Tomat Setelah Proses Transportasi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 7(2), 139-147. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i2.69>
- Zhou, Honbo. 2013. *The Internet of Things in the Cloud A Middleware Perspective*. Florida: CRC Press.