

RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KUALITAS MINYAK GORENG PADA PEMBUATAN KERUPUK BERBASIS IOT (STUDI KASUS: UKM DARJAYA “KERUPUK RAMBAK”)

1st Lintang Indah Taufahati
Direktorat Universitas Telkom
Purwokerto

Universitas Telkom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
20102256@ittelkom-pwt.ac.id

2nd Aulia Desy Nur Utomo, S.Kom., M.Cs
Direktorat Universitas Telkom
purwokerto

Universitas Telkom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
auliau@telkomuniversity.ac.id

3rd Iqsyahiro Kresna A, S.T., M.T.
Direktorat Universitas Telkom
purwokerto

Universitas Telkom Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
hiroka@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Kualitas minyak goreng merupakan faktor penting dalam industri kerupuk karena dapat mempengaruhi rasa dan kualitas pada produk. Sebagai pembuat kerupuk, pemilihan minyak goreng yang berkualitas dan sangat penting untuk membuat kerupuk yang berkualitas. Namun, pada umumnya pengukuran kualitas minyak goreng masih dilakukan secara manual dengan melihat warna dari minyak goreng sehingga membutuhkan teknologi pemilihan minyak goreng yang berkualitas. Oleh karena itu, dibuat alat yang dapat membantu dalam menentukan kualitas minyak goreng. Alat yang digunakan meliputi Arduino Uno dan NodeMCU ESP 32 sebagai Mikrokontroler, sensor pH yang berfungsi sebagai deteksi pH pada minyak goreng, sensor fotodioda untuk mengukur kekentalan minyak goreng, sensor turbidity untuk kekeruhan minyak goreng. Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan produsen kerupuk menentukan minyak goreng yang memiliki kualitas yang sesuai melalui alat ukur kualitas berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dan Nodemcu ESP 32 serta dapat mengukur dan mengetahui tingkat kualitas minyak goreng masih layak digunakan atau tidak berdasarkan kekentalan minyak goreng, tingkat kekeruhan dan pH pada minyak goreng. Penelitian ini menggunakan metode observasi dalam menemukan permasalahan di lapangan dan menggunakan metode prototyping. Hasil pengujian menunjukkan minyak goreng yang telah digunakan satu kali untuk menggoreng kerupuk sudah tidak layak digunakan dikarenakan rata-rata nilai dari hasil uji selama 10 detik adalah 31.7 NTU, 5.69 pH dan 3.49 Volt dengan keterangan tidak layak. Minyak goreng setelah satu kali pakai ini sudah tidak layak untuk digunakan kembali ataupun dikonsumsi karena akan berdampak negatif bagi kesehatan.

Kata kunci— Minyak goreng, NodeMCU ESP 32, Arduino Uno, prototyping.

I. PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan bahan yang umum digunakan dalam berbagai jenis masakan, salah satunya adalah kerupuk. Kualitas minyak goreng yang tinggi menentukan kualitas, warna dan tekstur kerupuk yang dihasilkan. Kerupuk biasanya dibuat dari tepung terigu atau tepung tapioka sebagai bahan utama, sehingga nilai gizi yang dimiliki kerupuk terbatas sebagai sumber kalori dari pati. Berdasarkan hasil analisa laboratorium, diketahui kandungan protein pada

kerupuk mentah beragam mulai dari 0.97% hingga 11.04% berat basah, kadar air juga beragam mulai dari 9.91% hingga 14%, sedangkan kandungan pati dari 10.27% hingga 26.37% berat basah [1].

Minyak goreng yang digunakan secara terus menerus dapat mengakibatkan perubahan konsentrasi kimia dalam minyak, seperti peningkatan asam lemak bebas, terbentuknya senyawa berbahaya seperti akrilamida, aldehida, dan radikal bebas [2]. Kemajuan teknologi, khususnya *Internet of Things* (IoT), memungkinkan dikembangkan sistem yang dapat mendeteksi kualitas minyak goreng secara otomatis menggunakan parameter tertentu. Sistem IoT ini dapat dihubungkan ke berbagai sensor yang dapat mendeteksi perubahan kandungan kimia dalam minyak goreng, dan mengirimkan data tersebut ke *cloud* untuk dianalisis lebih lanjut. Dengan demikian, produsen dapat dengan mudah memantau kualitas minyak goreng yang digunakan, dan melakukan tindakan yang diperlukan apabila kualitas minyak menurun [3].

Selain itu, dengan menggunakan sistem berbasis IoT ini, produsen dapat memantau kualitas minyak goreng secara *real-time* pada suatu tempat yang sudah disediakan untuk menampung minyak goreng yang akan digunakan secara rutin. Konsumen juga dapat mengetahui kualitas bahan baku yang digunakan pada kerupuk yang dibelinya sehingga dapat meningkatkan tingkat kepercayaan mereka terhadap produk yang bersangkutan.

Melihat berbagai manfaat dan peluang yang ditawarkan oleh teknologi IoT, maka perlu dikembangkan suatu sistem pendeteksi kualitas minyak goreng dalam pembuatan kerupuk berbasis IoT. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan merancang sistem berbasis IOT untuk mengukur kualitas minyak goreng berdasarkan parameter tingkat pH, kekeruhan dan kekentalan minyak goreng.

II. KAJIAN TEORI

A. Minyak Goreng

Komponen utama dari minyak dan lemak adalah trigliserida yang merupakan ester dari asam dan gliserol. Minyak nabati, seperti minyak kelapa, minyak sawit, dan minyak kacang-kacangan biasanya digunakan untuk menggoreng. Hal ini dikarenakan minyak-minyak tersebut memiliki kandungan asam lemak tak jenuh, khususnya asam oleat dan linoleat yang dapat memengaruhi kestabilan minyak. Sehingga minyak dengan kadar linoleat rendah menjadi lebih stabil. Kandungan utama minyak goreng terutama minyak goreng nabati adalah lemak, asam lemak, vitamin, antioksidan, karotenoid, aroma dan rasa, kadar asam, peroksida, FFA, [4].

B. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) memiliki tujuan untuk meningkatkan manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Infrastruktur internet yang semakin meningkat membuat kita memasuki fase berikutnya di mana orang dapat terhubung ke internet bukan hanya melalui smartphone ataupun komputer. Namun benda nyata yang bervariasi bentuknya akan terhubung dengan internet. Misalkan mesin pembuatan, mobil, alat elektronik, alat yang dapat dipakai oleh manusia, serta benda apapun yang terhubung ke jaringan lokal dan internasional melalui sensor atau aktuator yang ada didalamnya [5].

C. NodeMCU ESP 32

Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dikenalkan oleh Sistem Espresif yang dapat menampung dan memproses semua port dan ic. Hal ini memungkinkan mikrokontroler untuk mengontrol driver port atau perangkat yang tersambung ke mikrokontroler dengan baik. Karena modul Wi-Fi yang tertanam dalam chipnya, mikrokontroler ini dapat tersambung ke internet melalui jaringan nirkabel tanpa broad, yang akan sangat membantu dalam pembuatan sistem aplikasi *Internet Of Things* [6].

D. Arduino UNO

Arduino UNO adalah jenis Mikrokontroler umum yang dipakai dalam pembuatan rangkaian, penggunaan Arduino UNO sangat disarankan untuk pemula yang ingin membuat rangkaian. Saat ini Arduino UNO sudah berada pada versi terbaru yaitu Arduino UNO R3 yang memakai Mikrokontroler ATMEGA 327 dengan memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Saat memprogram, bisa menggunakan konektor yang umum digunakan yaitu USB tipe A ke B seperti yang digunakan USB printer [7].

E. Sensor pH

Dalam mengukur tingkat keasaman atau kebasahan pada minyak goreng memerlukan sebuah perangkat alat elektronik. Alat elektronik yang digunakan adalah Sensor pH, yang merupakan sebuah alat yang dirangkai untuk mengukur tingkat kadar lemak dan keasaman pada minyak goreng. Sensor pH ini digunakan dengan mencelupkan alat ke dalam minyak goreng yang telah digunakan [8].

F. Sensor Kekeruhan (*Turbidity*)

Sensor kekeruhan merupakan suatu komponen elektronika dengan sistem kerja membaca tingkat kekeruhan

pada minyak goreng. Pada dasarnya tingkat partikel kekeruhan pada minyak tidak bisa dilihat dengan mata secara langsung sehingga memerlukan suatu komponen elektronika. Cara kerja dari sensor kekeruhan ini adalah dengan melihat partikel yang terkandung didalamnya jika semakin banyak partikel yang ada dalam air maka tingkat kekeruhannya akan semakin tinggi dan tegangan *output* sensor juga ditentukan dari tinggi rendahnya kekeruhan pada minyak [9].

G. Sensor Fotodioda

Sensor Fotodioda merupakan suatu sensor yang peka terhadap cahaya. Sensor ini akan terjadi perubahan resistansi ketika mendapat intensitas cahaya yang akan mengalir arus listrik secara *forward*. Fotodioda mengalir arus yang memiliki bentuk fungsi linier pada intensitas cahaya yang masuk. Ketika fotodioda disinari cahaya dalam keadaan dipanjar mundur maka disebut dengan arus bocor. Fotodioda memiliki 3 nomor pin, yaitu nomor pin 1 memiliki simbol Gnd sebagai *Power supply* (-), nomor pin 2 dengan simbol Vcc sebagai *Power Supply* (+) dan nomor pin terakhir adalah 3 dengan simbol *Out* Sebagai Output [10]

H. Metode Prototyping

Prototype adalah interaksi terus menerus dalam pengembangan kerangka di mana klien dan penguji bekerja sama untuk mengubah kebutuhan menjadi kerangka kerja yang berguna berulang kali. Metode ini juga dapat membantu interaksi melalui berbagai instrumen perbaikan. Adanya korespondensi yang baik antara pengembang dengan klien adalah salah satu kelebihan dari pendekatan pengembangan model ini. Sehingga dalam membuat perbaikan *framework* atau aplikasi lebih mudah karena klien paham apa yang diharapkannya [11]. Proses tersebut berupa *communication*, *quick plan*, *modelling quick design*, *construction of prototype*, dan *delivery & feedback*.

III. METODE

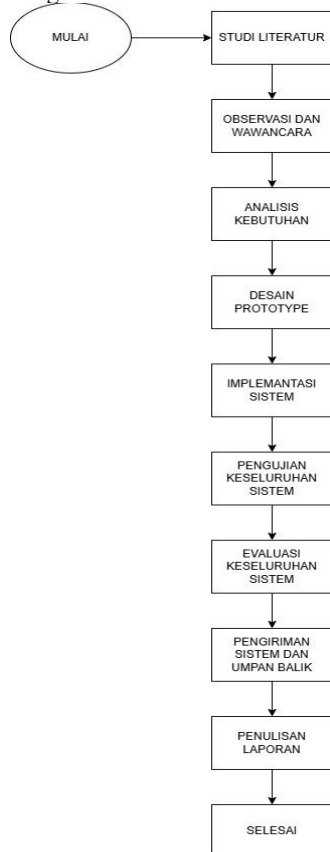
A. Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan bahan yang akan diminati. Subjek pada penelitian ini adalah pabrik produksi kerupuk UKM Darjaya “Kerupuk Rambak” kecamatan Purwokerto Utara sebagai tempat penelitian dan implementasi alat deteksi kualitas pada minyak goreng menggunakan NodeMCU ESP 32 dan Arduino UNO.

B. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah masalah yang akan diteliti sehingga penulis sudah menentukan minyak goreng sebagai objek penelitian, yang mana nantinya minyak goreng akan ditentukan tingkat kualitas menggunakan parameter deteksi tingkat kekeruhan, kekentalan, dan tingkat keasaman.

C. Diagram Alir Penelitian

GAMBAR 1
DIAGRAM ALIR
PENELITIAN

Tahap studi literatur merupakan tahapan mencari dan mengumpulkan literatur, kajian serta informasi melalui peneliti terdahulu berupa buku referensi, media internet, jurnal, artikel serta media lainnya terkait dengan permasalahan penelitian yang saat ini sedang diteliti.

Tahap observasi merupakan suatu proses atau metode yang dilakukan secara langsung. Tahap Wawancara merupakan proses mengumpulkan informasi melalui kegiatan tanya jawab bersama pihak produsen kerupuk dan peneliti.

Tahap analisis kebutuhan sistem berupa perangkat lunak Android IDE, NodeMCU ESP32, dan Arduino UNO, perangkat keras laptop, *smartphone*, NodeMCU ESP32, Arduino UNO, sensor pH, sensor *turbidity*, sensor fotodioda.

Tahap desain *prototype* berupa membuat diagram blok, skema, flowchart sistem hardware, *use case*, *sequence diagram*, *entity relationship diagram*, kardinalitas, dan desain tampilan.

Tahap implemementasi sistem adalah implementasi keseluruhan sistem perangkat lunak dan perangkat keras yang telah selesai dirancang, dibangun dan telah membentuk alat yang utuh.

Tahap pengujian keseluruhan sistem yang dilakukan jika seluruh sistem telah selesai di rancang, di program dan dapat bekerja dengan baik. Proses pengujian dilakukan dengan dua kali percobaan.

Tahap evaluasi keseluruhan sistem dilakukan untuk melihat parameter keberhasilan dari kegiatan penelitian dan dapat

menyimpulkan apakah sistem yang dirangkai dapat bekerja dengan baik atau tidak.

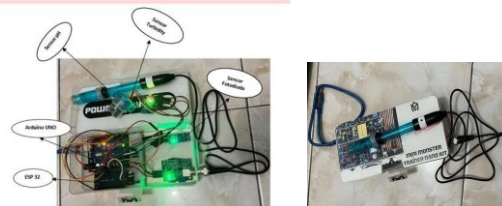
Tahap pengiriman sistem dan umpan balik dilakukan dengan mengirimkan sistem yang telah berhasil dirancang dan menerima umpan balik dari produsen kerupuk.

Tahap penulisan laporan dilakukan dengan menulis dan menyusun laporan dari hasil penelitian yang telah diperoleh pada tahap-tahap sebelumnya

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

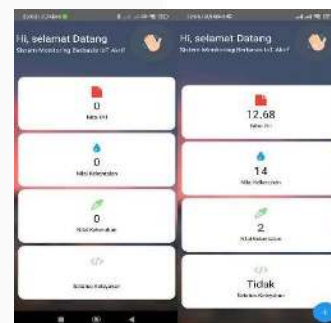
A. Rangkaian Alat

Rangkaian alat dibuat dengan menggunakan mikrokontroler aurduno uno dan nodeMCU ESP8266 serta menggunakan 3 sensor yyaitu sensor *turbidity*, sensor pH, dan sensor fotodioda. Tempat dari rangkaian alat menggunakan box plastik dengan ukuran 14.5 cm x 9.5 cm x 5 cm.

GAMBAR 2
TAMPILAN DALAM ALAT
DAN LUAR ALAT.

B. Tampilan Aplikasi

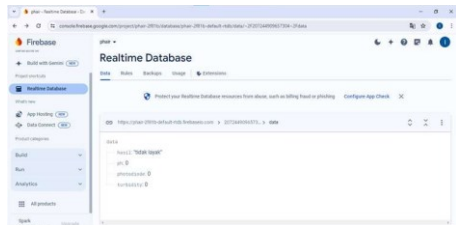
Penelitian ini memanfaatkan aplikasi *Kodular* sebagai tampilan *realtime database* berdasarkan *output* yang dihasilkan dari alat yang telah dibuat.

GAMBAR 3
TAMPILAN APLIKASI.

Aplikasi ini hanya menampilkan satu halaman yang berisi data *output* yang telah terhubung dengan *database*. Pada halaman ini pengguna bisa melihat tampilan aplikasi. Kemudian pengguna juga akan melihat *output* dari tiga sensor yaitu sensor *turbidity* dengan nama tingkat kekeruhan, sensor pH akan menampilkan tingkat pH, sensor fotodioda akan menampilkan tingkat kekentalan yang dideteksi kemudian yang terakhir adalah status.

C. Tampilan Database

Database yang digunakan adalah *Firebase*. Cara kerja dari *Firebase* sendiri yaitu, selanjutnya akan terkoneksi ke arduino ide untuk mengambil data yang dihasilkan sensor kemudian data disimpan pada realtime database milik *Firebase* sehingga data sensor akan terus berubah-ubah dan dapat dilihat pada database *Firebase*.



GAMBAR 4
TAMPILAN DATABASE.

D. Source Code Sensor Turbidity

```
void loop() {
  volt = 0;
  for (int i = 0; i < 800; i++) {
    volt += ((float)analogRead(turbidityPin) / 1023) * 5;
  }
  volt = volt / 800;
  volt = round(volt, 2);
  if (volt < 2.5) {
    eta = 3000;
  } else {
    eta = -3120.4 * square(volt) + 5742.3 * volt - 4353.0;
  }
  Serial.println("Hasil Turbidity: ");
  Serial.println(volt);
  Serial.println("V");
  Serial.println(eta);
  Serial.println("mru");
}
```

//kekeruhan minyak goreng
const int turbidityPin = A0;

GAMBAR 5
VOID LOOP SENSOR
TURBUDITY

Gambar diatas merupakan program untuk membaca nilai dari sensor turbidity dan menentukan kondisi minyak goreng berdasarkan dari kekeruhan minyak goreng. Dalam loop for ini, tegangan dibaca dari pin turbidity Pin sebanyak 800 kali. Fungsi analogRead (turbidity Pin) membaca nilai analog (antara 0 dan 1023) dari pin sensor kekeruhan (turbidity sensor). Nilai ini kemudian dikonversi menjadi tegangan (dalam Volt) dengan rumus (nilai analog / 1023) * 5.

E. Source Code Sensor pH

```
//code sensor ph
int nilai_analog_ph = analogRead(ph_pin);
Serial.print("nilai ADC PH: ");
Serial.println(nilai_analog_ph);
teganganph = 5.0 / 1024.0 * nilai_analog_ph;
Serial.println("Tegangan PH: ");
Serial.println(teganganph, 3);

//ph minyak goreng
const int ph_pin = A2;
```

GAMBAR 6
CODE SENSOR PH

Pada gambar 6 merupakan program untuk mendefinisikan pin sensor pH yang terhubung ke pin analog Arduino Uno dengan nilai A0 ke pin analog 0. Gambar 4.9 merupakan perhitungan nilai pH dengan tegangan ph: Tegangan yang dihitung disimpan dalam variabel tegangan ph. Variabel ini mungkin sebelumnya dideklarasikan dengan tipe data float atau double untuk presisi yang lebih tinggi.

F. Source Code Sensor Fotodiode

```
//code sensor photodiode
// Membaca nilai dari fotodiode menggunakan pin analog
int photodiode = analogRead(photodiodePin);

// Menghitung tegangan dari fotodiode
double teganganDiode = 5.0 / 1024.0 * photodiode;

// Mencetak nilai fotodiode ke Serial Monitor
Serial.print("Nilai fotodiode: ");
Serial.println(teganganDiode);

//kekentalan minyak goreng
const int photodiodePin = A1;
```

GAMBAR 7
CODE SENSOR FOTODIODA

Pada gambar 7 merupakan code program untuk mendefinisikan variabel dengan nama photodiode Pin kemudian menentukan nilai pin dari sensor fotodiode terhubung ke arduino uno melalui pin analog ke A1. Pin ini digunakan untuk membaca nilai intensitas cahaya yang diterima dari sensor fotodiode. Gambar 4.11 menjelaskan cara perhitungan sensor fotodiode dengan Mengkonversi

nilai digital yang dibaca menjadi tegangan sebenarnya dalam volt.

G. Data Pengujian Fungsionalitas

TABEL 1
DATA PENGUJIAN FUNGSIONALITAS

Komponen	Output	Fungsionalitas
Arduino Uno & NodeMCU ESP32	Komponen dapat berfungsi dan bekerja dengan baik sebagai mikrokontroler	Sesuai
Sensor Turbidity	Bekerja dengan Baik dalam mendeteksi kekeruhan minyak goreng	Sesuai
Sensor pH	Sensor dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi kadar pH pada minyak goreng	Sesuai
Sensor Fotodiode	Bekerja dengan baik mendeteksi intensitas cahaya terkait kekentalan minyak goreng	Sesuai
Aplikasi Kodular	Berfungsi dengan baik dalam pembuatan aplikasi dan connect ke <i>Firebase</i>	Sesuai
<i>Firebase</i>	Bekerja dengan baik sebagai penyimpanan dan menampilkan data dari sensor secara <i>realtime</i>	Sesuai
Aplikasi	Aplikasi Telah bekerja dengan baik dengan menampilkan data sensor sesuai dengan <i>database</i> yang ada pada <i>Firebase</i>	Sesuai

H. Data Hasil Pengujian Sensor Turbidity

TABEL 2
DATA PENGUJIAN SENSOR TURBIDITY

No.	Percobaan	Tampil server	Tampil Aplikasi	Keterangan
1.	Minyak goreng setelah digunakan	21 NTU	21 NTU	Tidak layak

Pada tabel 2 merupakan data dari hasil pengujian sensor *turbidity*, pengujian dilakukan dengan menguji minyak goreng yang telah digukan satu kali dengan didiamkan terlebih dahulu tiga jam memiliki nilai 21 NTU dengan keterangan tidak layak karena berada dibawah standar kekeruhan minyak goreng. Dan percobaan kedua dilakukan saat minyak goreng akan digunakan kembali keesokan harinya, memiliki nilai 40 NTU dengan keterangan tidak layak.

```
13:30:24.379 -> Nilai Sensor: 606, Turbidity: 21 NTU
13:30:27.783 -> Nilai Sensor: 575, Turbidity: 40 NTU
```

GAMBAR 8
HASIL PENGUJIAN SENSOR TURBIDITY

I. Data Hasil Pengujian Sensor *Turbidity*TABEL 3
DATA PENGUJIAN FOTODIODA

No.	Percobaan	Tampil Server	Tampil Aplikasi	Keterangan
1.	Minyak goreng setelah digunakan	2.88 volt	2.88 volt	Tidak layak

Tabel 3 menampilkan data hasil pengujian sensor fotodiode dari minyak goreng menunjukkan bahwa cahaya yang ditembus yaitu 3.19 volt dimana diatas nilai 2 volt tingkat kekentalannya semakin bertambah karena tidak bisa ditembus dengan keterangan tidak layak digunakan.

13:30:32.321 -> Nilai fotodiode: 2.88
14:16:29.275 -> Nilai fotodiode: 4.37

GAMBAR 9
TAMPILAN OUTPUT SENSOR FOTODIODAJ. Data Hasil Pengujian Sensor *Turbidity*TABEL 4
DATA PENGUJIAN SENSOR pH

No.	Percobaan	Tampil Server	Tampil Aplikasi	Keterangan
1.	Minyak goreng satu kali digunakan	5.93	5.93	Tidak layak

Berdasarkan tabel 4.4 yang merupakan data pengujian sensor pH, hasil yang didapatkan setelah pengujian minyak goreng yang telah digunakan satu kali memiliki nilai pH 5.93 dan minyak goreng yang akan digunakan kembali memiliki nilai 5.89 dengan keterangan tidak layak digunakan. Minyak goreng semakin banyak digunakan maka akan semakin asam.

14:16:01.179 -> Nilai pH cairan: 5.93
14:16:02.297 -> Nilai pH cairan: 5.89

GAMBAR 10
TAMPILAN OUTPUT SENSOR pHTABEL 5
DATA PENGUJIAN FUNGSIONALITAS

No	Detik	Kekeruhan (NTU)	pH	Kekentalan (Volt)	Status
1.	1	21	5.93	2.88	Tidak Layak
2.	2	21	5.89	3	Tidak Layak
3.	3	30	5.85	3	Tidak Layak
4.	4	31	5.81	3.31	Tidak Layak
5.	5	32	5.70	3.33	Tidak Layak
6.	6	32	5.65	3.33	Tidak Layak
7.	7	36	5.63	3.50	Tidak Layak
8.	8	37	5.58	4	Tidak Layak
9.	9	37	5.50	4.20	Tidak Layak
10.	10	40	5.45	4.37	Tidak Layak

Pada tabel 5 merupakan hasil pengujian dari keseluruhan alat yang telah dirancang, ditinjau berdasarkan dari *output* seluruh sensor yang bekerja pada minyak goreng yang telah digunakan satu kali penggorengan dengan didiamkan terlebih

dahulu selama tiga jam, didapatkan hasil dari percobaan selama 10 detik. Rata-rata nilai dari hasil diatas adalah 31.7 NTU, 5.69 pH dan 3.49 Volt dengan keterangan tidak layak.

Dengan hasil ini maka produsen kerupuk perlu mengganti minyak goreng setelah satu kali penggorengan atau bisa mengukur tingkat kelayakan minyak goreng terlebih dahulu sebelum menggunakan kembali minyak goreng yang telah digunakan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa pengujian sistem untuk deteksi kelayakan minyak goreng telah berhasil dan bekerja dengan baik. Kualitas minyak goreng yang layak digunakan memiliki kisaran tingkat kekeruhan 0-10 NTU dengan tingkat pH normal yaitu 6.5-8 dan kekentalan berada pada angka 1-2 volt. Hasil pengujian menunjukkan minyak goreng yang telah digunakan satu kali untuk menggoreng kerupuk sudah tidak digunakan karena rata-rata nilai hasil uji selama 10 detik adalah 31.7 NTU, 5.69 pH dan 3.49 vol dengan keterangan tidak layak. Minyak goreng setelah satu kali pakai ini sudah tidak layak digunakan kembali ataupun dikonsumsi karena akan berdampak negatif bagi kesehatan.

REFERENSI

- [1] S. Haryati, S. Sudjatina, and E. Y. Sani, "Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Kerupuk Substitusi Susu Dan Tepung Tapioka Dengan Metode Cair," *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 54–63, 2019.
- [2] M. Manurung, N. M. Suaniti, and K. G. D. Putra, "Perubahan kualitas minyak goreng akibat lamanya pemanasan," *Jurnal Kimia*, vol. 12, no. 1, pp. 59–64, 2018.
- [3] A. D. A. N. Utomo, A. Zafia, B. P. Zen, D. F. H. Permadi, H. Tantyoko, and Y. A. Setyoko, "Implementasi Internet of Things (IoT) pada SMK AL Hikmah 2 dalam mendukung Revolusi Industri 4.0," *IJCOSIN: Indonesian Journal of Community Service and Innovation*, vol. 3, no. 2, pp. 49–57, 2023.
- [4] A. Wahyudi, "Kualitas minyak goreng sebelum dan sesudah dipakai ditinjau dari kandungan asam lemak bebas dan perubahan warna," *Jurnal Redoks*, vol. 5, no. 2, pp. 96–107, 2020.
- [5] W. Istiana, "SISTEM KEAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266," *Jurnal Portal Data*, vol. 2, no. 6, 2022.
- [6] B. Harpad, S. Salmon, and R. M. Saputra, "Sistem Monitoring Kualitas Udara di Kawasan Industri dengan NODEMCU ESP32 Berbasis IoT," *Jurnal Informatika Wicida*, vol. 12, no. 2, pp. 39–47, 2022.
- [7] B. Kusumo and N. Azis, "Rancang Bangun Alat Penyiram Sayuran Hidroponik Menggunakan Arduino Mega 2560," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 5, no. 1, pp. 124–128, 2021.
- [8] B. Sugeng and S. Sulardi, "Uji keasaman air dengan alat sensor pH di STT Migas Balikpapan," *Jurnal*

- Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 65–72, 2019.
- [9] G. Wiranto and T. Rahajoeningroem, “Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor Turbidity Metode Nephelometri Berbasis Raspberry PI 3,” *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 23–29, 2020.
- [10] N. Nasution, A. Supriyanto, and S. W. Suciati, “Implementasi Sensor Fotodioda sebagai Pendeteksi Serapan Sinar Infra Merah pada Kaca,” *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 2015.
- [11] K. Kurniati, “Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Pengarsipan Dokumen Kantor Kecamatan Lais,” *Journal of Software Engineering Ampera*, vol. 2, no. 1, pp. 16–27, 2021.

