

Alat Pendeteksi Zat Rhodamine B, Formalin, Boraks Dan Pewarna Tekstil Pada Makanan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Internet Of Things

Detection Of Rhodamin B, Borak, Formalin, And Textile Color In Food Using Mamdani Based On Internet Of Things

1st Baiq Yupani Wayana
Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Bandung, Indonesia

byupaniwayana@student.telkomuni
versity.ac.id

2nd Rendy Munadi
Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Bandung, Indonesia

Rendimunadi@telkomuniversity.ac.
id

3rd Sofia Naning Hertiana
Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Bandung, Indonesia

Sofiananinghertiana@telkomuniver
sity.ac.id

Abstrak

Peran bahan tambahan pangan khususnya bahan pengawet menjadi semakin penting sejalan dengan kemajuan teknologi produksi bahan tambahan pangan sintesis. Penyalahgunaan penambahan zat pewarna pada makanan masih sering ditemukan contohnya penggunaan zat pewarna untuk tekstil seperti rhodamine b serta zat-zat yang berbahaya bagi tubuh seperti boraks dan formalin. Dari permasalahan tersebut maka dibuatlah sebuah alat dengan menggunakan mikrokontroler ESP8266 dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT), sistem dirancang menggunakan LCD 16x2 dengan sensor Warna TCS34725. Pengujian kandungan rhodamine-b, boraks, formalin, dan pewarna tekstil dilakukan dengan mencampur ekstrak kunyit pada sampel, perubahan warna yang terjadi terhadap sampel akan dibaca oleh sensor warna TCS34725 dan dikirim secara *wireless* ke sebuah Aplikasi Android. Klasifikasi data dilakukan dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Setelah dilakukan beberapa pengujian, sistem berhasil mendeteksi kadar zat formalin, pewarna tekstil, rhodamin dan boraks pada makanan dan ditampilkan pada aplikasi Android. Hasil

pengujian QoS kinerja dari alat ke *firebase* mendapatkan nilai *delay* sebesar 5.938 ms dan *throughput* senilai 44,06 Mbps, pengujian dari *firebase* ke aplikasi Android mendapatkan nilai *delay* yaitu 5.876 ms dan nilai *throughput* sebesar 52,16Mbps, dan pengujian dari alat ke aplikasi Android memiliki nilai *delay* 4.666 ms dengan nilai *throughput* sebesar 62,27 mbps.

Kata Kunci: ESP8266, *Internet of Things*, Sensor Warna TCS34725, *Wireless*, Fuzzy Mamdani.

Abstract

The role of food additives, especially preservatives, is becoming increasingly important in line with advances in technology for the production of synthetic food additives. Abuse of adding dyes to food is still often found, for example the use of dyes for textiles such as rhodamine B, as well as substances that are harmful to the body such as borax and formalin. From these problems, a device was made using the ESP8266 microcontroller by utilizing technology Internet of Things (IoT), the system was designed using a 16x2 LCD with a TCS34725 Color sensor. Testing the content of rhodamine-b, borax, formalin, and textile dyes is carried out by mixing turmeric extract in the sample,

the color changes that occur in the sample will be read by the TCS34725 color sensor and sent wirelessly to an Android application. Data classification is done using the Fuzzy Mamdani method. After several tests were carried out, the system succeeded in detecting the levels of formalin, textile dyes, rhodamine and borax in food and displayed on the Android application. The results of the QoS performance test from the tool to firebase get a delay value of 5.938 ms and a throughput of 44.06 Mbps, a test from firebase to an Android application gets a delay value of 5.876 ms and a throughput value of 52.16Mbps, and testing from the tool to the Android application has the delay value is 4.666 ms with a throughput value of 62.27 mbps.

Keywords: ESP8266, Internet of Things, Color Sensor TCS34725, Wireless, Fuzzy Mamdani.

I. PENDAHULUAN

Dampak dari kemajuan teknologi yang semakin maju mengakibatkan perubahan yang pesat dan signifikan pada beberapa industri. Khususnya dalam kemajuan teknologi pangan yang persaingannya semakin meningkat saat ini di pasaran. Kemajuan teknologi juga membuat semakin beragamnya produk makanan dan minuman yang ditawarkan dengan kualitas dan rasa yang berbeda. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan (BTP), jenis bahan tambahan pangan golongan pengawet yang dilarang penggunaannya dalam produk pangan antara lain adalah formalin, asam borat, pewarna tekstil seperti rhodamine B, methanil yellow dll [1].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh May Diana pada tahun 2021, yang berjudul Alat Pendeteksi Zat Boraks, Formalin, dan Pewarna Tekstil pada Makanan Basah Berbasis *Internet of Things*. Penelitian ini menggunakan sensor warna TCS3200 sebagai alat pendeteksi yang dikendalikan oleh Arduino uno R3 dan menggunakan logika Fuzzy Tsukamoto sebagai klasifikasi data. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Daden Hidayat dengan judul Implementasi Algoritma Logika Fuzzy Mamdani untuk Diagnosa Penyakit Asma dan Menentukan Makanan Sehat. Penelitian ini memperoleh hasil berupa aplikasi perangkat lunak untuk diagnosa penyakit asma dengan menggunakan metode fuzzy mamdani. Dari data yang diperoleh memiliki tingkat akurasi sistem sebesar 100%.

Pada Tugas Akhir ini akan melanjutkan dan mengembangkan alat pendeteksi zat kimia pada makanan menggunakan sensor warna TCS34725 berbasis mikrokontroler NodeMCUESP8266. Penelitian ini difokuskan dengan terlebih dahulu melakukan pengujian zat pewarna pada rhodamine B pada beberapa sampel makanan, dilanjutkan dengan pembuatan dan perbaikan alat pendeteksi zat pewarna pada makanan dari penelitian sebelumnya. Dengan adanya alat ukur ini diharapkan konsumen dapat lebih waspada dalam memilih produk yang dikonsumsi.

II. KAJIAN TEORI

a. Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus [3]. Arsitektur sistem *internet of things* sendiri didasarkan pada operasi dan proses yang *real-time*. Secara sederhana konsep *internet of things* mengacu pada perangkat yang dilengkapi modul *internet of things*. *Internet of Things* memanfaatkan sebuah argument pemrograman yang menghasilkan interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa adanya campur tangan dari pengguna dari mana saja tanpa terikat jarak, interaksi antara mesin-mesin tersebut dihubungkan oleh internet[4].



Gambar 1. *Internet of Things* [5]

b. Metode Logika Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani biasa disebut juga sebagai metode min-max. Metode ini bekerja bersumber pada aturan-aturan linguistik. Agar dapat diperoleh hasil berupa *output* menggunakan 4 tahapan yaitu [5] :

1. Pembentukan himpunan fuzzy

Tahapan ini mempunyai variabel *input* maupun *output* yang terbagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy. Pada variabel *input* dapat ditentukan oleh suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai.

2. Aplikasi fungsi implikasi
Tahapan ini memiliki aturan implikasi *fuzzy* yang menyatakan relasi antara variabel *input* dengan variabel *output*. Fungsi implikasi pada metode ini menggunakan min, yang tersusun dengan aturan berupa implikasi *fuzzy* yang menyatakan relasi variabel *input* terhadap variabel *output*.

3. Komposisi aturan.
Tahapan ini mempunyai sistem dengan menggunakan beragam aturan, sedangkan inferensi kumpulan dan kolerasi antar aturan menghasilkan inferensi.

4. Defuzzifikasi
Disebut juga sebagai penegasan yang memiliki *input* berupa himpunan *fuzzy* yang dihasilkan dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Kemudian *output* yang diperoleh berupa bilangan *real* yang tegas,. Dapat disimpulkan saat memberikan suatu nilai himpunan *fuzzy* dalam rentang tertentu, maka suatu *output* yang didapat memiliki nilai tegas tertentu.

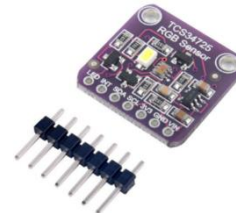
c. Mikrokontroler ESP8266
ESP8266 merupakan Modul Wifi Serial Transceiver yang memiliki komponen *chip* yang terintegrasi dan dirancang untuk keperluan yang lebih efisien yang serba tersambung. Chip ini memberikan solusi networking WiFi yang lengkap dan menyatu, dan dapat digunakan untuk aplikasi yang dapat memisahkan semua fungsi networking WiFi ke pemroses aplikasi lainnya. ESP8266 juga memiliki kemampuan *on-board* processing dan storage yang memungkinkan chip tersebut dapat diintegrasikan dengan sensor-sensor atau aplikasi alat tertentu melalui Pin I/O dengan pemrograman yang singkat[3].



Gambar 2. NodeMCUESP8266[6]

d. Sensor Warna TCS34725

Sensor warna TCS34725 merupakan versi lanjutan dari sensor warna TCS3200. Sensor ini dilengkapi dengan fitur *infrared* (IR), power supply sebesar 3V-5V, serial interface 12C (SDA SCL), dan dapat mendeteksi warna obyek dalam kondisi kurang cahaya. Prinsip kerja dari modul ini dapat mendeteksi warna dari suatu obyek dalam bentuk data RGB, selain itu modul ini dapat mengatur mode kerjadari individu chip sensor secara sederhana[7].

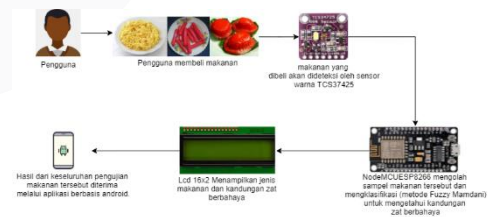


Gambar 3. Sensor Warna TCS34725[7].

e. LCD 16x2
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu bagian dari modul peraga yang menampilkan karakter yang diinginkan di layer LCD menggunakan dua buah lembaran bahan yang dapat mempolarisasikan dan kristal cair diantara kedua lembaran tersebut. Kegunaan LCD dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. LCD berfungsi menampilkan suatu hasil sensor, menampilkan teks atau juga menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler[8].

III. METODE

a. Gambaran Umum Sistem

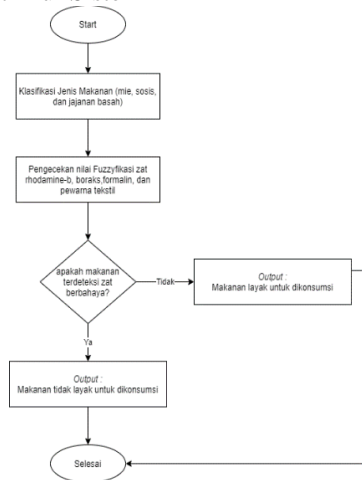


Gambar 4. Gambaran Umum Sistem
Gambaran umum sistem alat pendeteksi zat berbahaya pada makanan adalah sebagai berikut:

1. Pengguna membeli makanan
2. makanan dimasukkan ke dalam wadah, sebelumnya makanan dicampurkan dengan cairan penguji berupa ekstrak kunyit.

3. Kemudian makanan yang akan dilakukan pengujian ditempatkan ke dalam alat pendeteksi berbasis IoT.
4. Alat pendeteksi ini dilengkapi dengan Sensor Warna TCS34725 untuk pengujian kandungan rhodamin b, boraks, formalin, dan pewarna tekstil pada makanan.
5. Pada alat pendeteksi berbasis IoT, makanan diklasifikasi menggunakan metode fuzzy mamdani.
6. Hasil dari pengujian tersebut akan dikirimkan secara wireless melalui modul Wifi, dan datanya ditampilkan melalui aplikasi Android.

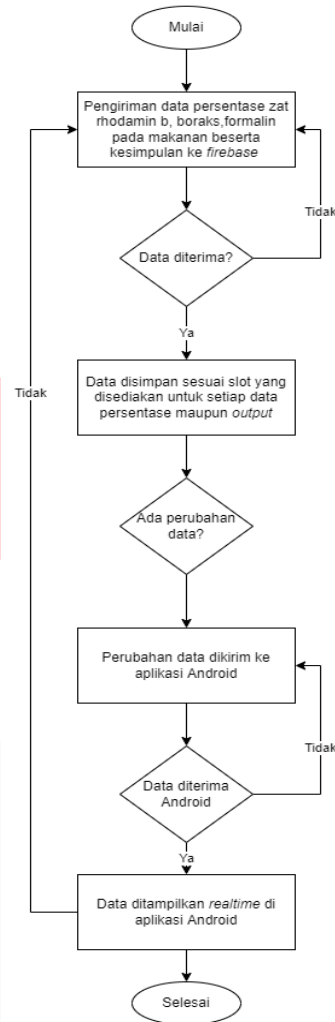
b. Flowchart Alur Sistem



Gambar 5. Flowchart Alur Sistem

Pada Gambar 5 menjelaskan mengenai scenario alur sistem proses inialisasi yang dilakukan oleh mikrokontroler ESP8266, dengan mengaktifkan komponen yang terhubung dan sudah deprogram. Langkah pertama dilakukan pengecekan terhadap jenis makanan, apabila pengecekan sudah sesuai maka akan dilanjutkan dengan proses pengecekan nilai fuzzifikasi, apabila makanan tersebut terdeteksi mengandung zat berbahaya maka *output* yang ditampilkan makanan tidak layak untuk dikonsumsi dan proses selesai. Apabila makanan tersebut tidak terdapat zat berbahaya maka *output* yang ditampilkan makanan layak dikonsumsi dan proses selesai.

c. Flowchart Android



Gambar 6. Flowchart aplikasi Android

Pada gambar 6 menjelaskan mengenai perancangan dan implementasi aplikasi berbasis android. Hasil pengolahan data dari alat IoT dikirim secara *real time* ke *firebase*. Setelah pengiriman data berhasil dilakukan pengecekan pada slot yang telah disediakan untuk setiap data. Apabila pengecekan data telah sesuai, maka data akan dikirimkan ke aplikasi berbasis *Android*, namun apabila pengecekan data tidak sesuai atau terjadi perubahan, maka data akan dikirim kembali untuk dilakukan pengecekan. Setelah pengecekan data dikatakan benar dan telah diterima *Android*, data kemudian akan ditampilkan secara *real time* pada aplikasi berbasis *Android*.




Gambar 7. Tampilan aplikasi Android

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengujian Implementasi Alat

Pada pengujian implementasi alat ini, maka *output* yang diamati adalah keberhasilan alat tersebut dalam menjalankan kinerjanya. Mulai dari Sensor Warna, ESP8266, LCD, dan logika pada sistem kerja alat. Pada Tabel 4.1 dibawah menunjukkan mengenai hasil uji coba pada alat.

Tabel 1. Hasil Pengujian Implementasi Alat

N o.	Indikator	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Alat membaca data sampel makanan yang diuji		Berhasil
2.	Hasil pembacaan data dari alat diolah oleh NodeMcu ESP8266	Pembentukan <i>fuzzy logic</i> terdiri dari beberapa tahapan: 1. Proses <i>fuzzyfikasi</i> diawali dengan pembentukan	Berhasil

fungsi keanggotaan dengan indikator *output* layak, tidak layak, dan bahaya untuk dikonsumsi.

2. *Rule base*, aturan logika pada penelitian ini berjumlah 16 *rule*. Pada tabel 3.4 menunjukkan rancangan *rule base* untuk indikator zat berbahaya pada sampel makanan.

3. Defuzzyfikasi, tahap *deffuzzyfikasi* merupakan tahap menghitung keluaran *fuzzy* menjadi nilai keluaran *crisp*. Pada gambar 3.5 dicantumkan *flowchart* untuk

		menentukan indikator zat berbahaya pada makanan.	
3.	Hasil pengolahan data dari NodeMcu ESP8266 dikirim ke <i>firebase</i> , pengiriman data dilakukan secara <i>wireless</i> menggunakan modul WiFi pada NodeMcu ESP8266.		Berhasil
4.	Hasil akhir pengolahan data ditampilkan pada aplikasi <i>Android</i> .		Berhasil

Tabel 2. Hasil Pengujian sensor warna

No.	Sampel Makanan	Massa Zat (gr)	Hasil		
			R	G	B
1.	Mie Formalin	1	45	36	21
		2	55	51	36
		3	65	60	39
2.	Mie Rhodamine B	1	66	41	33
		2	58	41	34
		3	41	29	25
3.	Mie Boraks	1	48	42	32
		2	30	28	24
		3	28	27	22
4.	Mie Pewarna Tekstil	1	183	170	85
		2	176	159	64
		3	170	151	63
5.	Sosis Formalin	1	67	58	38
		2	71	61	41
		3	72	64	44
6.	Sosis Rhodamine B	1	67	42	35
		2	62	44	34
		3	60	40	32
7..	Sosis Boraks	1	37	36	29
		2	35	32	26
		3	30	28	24
8.	Sosis Pewarna Tekstil	1	366	112	95
		2	235	75	63
		3	230	74	62
9.	Jajanan Basah Formalin	1	63	63	48
		2	74	65	42
		3	75	65	44
10.	Jajanan Basah Rhodamin	1	63	41	34
		2	61	40	34
		3	60	39	34
11.	Jajanan Basah Boraks	1	33	29	23
		2	27	29	24
		3	26	28	24
12.	Jajanan Basah Pewarna Tekstil	1	47	96	47
		2	47	82	50
		3	46	85	52

b. Hasil Pembacaan Sensor Warna Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani

Pengujian dilakukan dengan melihat nilai dari alat yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan terhadap 4 variabel yaitu klasifikasi zat formalin, klasifikasi zat rhodamine b, klasifikasi boraks, dan klasifikasi pewarna tekstil. Pengklasifikasian variabel tersebut dengan metode Logika Fuzzy Mamdani yang berperan dalam membantu pengambilan keputusan. Sehingga dapat diperoleh hasil sebagai berikut:

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menggunakan sensor warna TCS34725 yang ditampilkan pada *software Arduino IDE* terhadap kandungan zat berbahaya dengan beberapa sampel makanan. Hasil nilai rhodamine b pada sensor warna menunjukkan semakin tinggi kandungan zat rhodamine b maka nilai dari RGB semakin rendah. Kemudian, nilai boraks pada sensor warna, semakin tinggi kandungan zat boraks maka nilai dari RGB nya

semakin rendah juga. Sedangkan pada formalin semakin tinggi kandungan zatnya maka nilai yang diperoleh pada RGB semakin tinggi. Selanjutnya, pada pewarna tekstil semkin tinggi kandungan zat maka diperoleh nilai RGB yang semakin rendah juga. Dapat diartikan nilai RGB yang semakin meningkat maka warna dari kandungan zat berbahaya pada makanan semakin pekat.

Tabel 3. Pengukuran Akurasi

Warna	Hasil Nilai RGB yang didapat			Nilai Standart Warna Internasional (Acuan)			Error (%)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
Merah	3	1	9	2	0	0	0,4%		
	6	1	5	5					
	6	2	5	5					
Hijau	1	1	8	0	2	0	0,3%		
	8	7	5	5					
	3	0		5					
Biru	2	7	6	0	0	2	0,75%		
	3	5	3			5			
	5					5			

Dari Tabel 3 dapat dilihat hasil pengukuran akurasi dari sensor. Pengujian sensor warna TCS34725 dilakukan dengan menggunakan nilai standart warna internasional, maka hasil presentasinya dapat dilihat dari perhitungan berikut//sitasi:

$$\% = \frac{\text{hasil pengujian alat} - \text{hasil alat pembanding}}{\text{hasil pengujian alat pembanding}} \times 100\% \tag{1}$$

1. Merah

$$\%R = \left| \frac{366 - 225}{255} \times 100\% \right| = 0,4\%$$

2. Hijau

$$\%G = \left| \frac{170 - 255}{255} \times 100 \right| = 0,3\%$$

3. Biru

$$\%B = \left| \frac{63 - 225}{255} \times 100\% \right| = 0,75\%$$

Pengukuran akurasi sensor warna menunjukkan nilai kesalahan relatif sebesar 0,48% .Berdasarkan data hasil pengukuran pada Tabel 4.2 selanjutnya ditentukan nilai keandalan alat dalam menyeleksi sampel makanan yang diujikan. Data hasil pengukuran

dapat dilihat pada lampiran 3. Nilai keandalan dari hasil pengukuran oleh alat dinyatakan dalam bentuk peluang (*probability*).

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)} \tag{2}$$

Dimana:

$P(A)$ = Peluang kejadian A

$n(A)$ = Banyak anggota himpunan kejadian A

A

$n(S)$ = Total anggota dalam himpunan sampel S.

Tabel 4 Hasil uji keandalan alat dalam menyeleksi sampel uji mie kuning dengan konsentrasi formalin 1 gram, 2gram, dan 3 gram.

No .	Konsentrasi Formalin dari Sampel Uji Mie Kuning (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentase Kejadian (%)
1	1	$P(1 \text{ gram}) = \frac{37}{40} = 0.925$	92.5
2	2	$P(2 \text{ gram}) = \frac{36}{40} = 0.9$	90
3	3	$P(3 \text{ gram}) = \frac{40}{40} = 1$	100

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel .4 nilai keandalan alat yang di dapat mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel mie kuning yang memiliki konsentrasi formalin 1 gram dengan peluang 92.5%, sampel dengan konsentrasi formalin sebesar 2 gram dengan peluang 90% dan sampel formalin dengan konsentrasi formalin 3 gram dengan peluang 100% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

Tabel 5 Hasil uji keandalan alat dalam menyeleksi sampel uji mie kuning dengan konsentrasi boraks 1 gram, 2gram, dan 3 gram.

No .	Konsentras i Boraks dari Sampel Uji Mie Kuning (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentase Kejadian (%)
1	1	$P(1\ gram) = \frac{39}{40} = 0.975$	97.5
2	2	$P(2\ gram) = \frac{38}{40} = 0.95$	95
3	3	$P(3\ gram) = \frac{30}{40} = 0.75$	75

Hasil pengujian pada Tabel 5 menunjukkan nilai keandalan alat yang di dapat, nilai tersebut mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel mie kuning yang memiliki konsentrasi boraks 1 gram dengan peluang 97.5%, sampel dengan konsentrasi boraks sebesar 2 gram dengan peluang 95% dan sampel boraks dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 75% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

Tabel 6 Hasil uji keandalan alat dalam menyeleksi sampel uji mie kuning dengan konsentrasi rhodamin b 1 gram, 2gram, dan 3 gram.

No .	Konsentras i Rhodamin b dari Sampel Uji Mie Kuning (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentase Kejadian (%)
1	1	$P(1\ gram) = \frac{40}{40} = 1$	100
2	2	$P(2\ gram) = \frac{37}{40} = 0.925$	92.5

3	3	$P(3\ gram) = \frac{35}{40} = 0.875$	87.5
---	---	--------------------------------------	------

Berdasarkan hasil pengujian keandalan alat pada Tabel 6 didapat nilai yang mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel mie kuning yang memiliki konsentrasi rhodamin b 1 gram dengan peluang 100%, sampel dengan konsentrasi rhodamin b sebesar 2 gram dengan peluang 92.5% dan sampel rhodamin b dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 87.5% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

Tabel 7 Hasil uji keandalan alat dalam menyeleksi sampel uji mie kuning dengan konsentrasi pewarna tekstil 1 gram, 2gram, dan 3 gram.

No .	Konsentras i Pewarna Tekstil dari Sampel Uji Mie Kuning (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentase Kejadian (%)
1	1	$P(1\ gram) = \frac{38}{40} = 0.95$	95
2	2	$P(2\ gram) = \frac{37}{40} = 0.925$	92.5
3	3	$P(3\ gram) = \frac{40}{40} = 1$	100

Hasil pengujian pada Tabel 7 menunjukkan nilai keandalan alat yang di dapat, nilai tersebut mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sample mie kuning yang memiliki konsentrasi pewarna tekstil 1 gram dengan peluang 95%, sampel dengan konsentrasi pewarna tekstil sebesar 2 gram dengan peluang 92.5% dan sampel boraks dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 100% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

Tabel 8 Hasil uji keandalan alat dalam menyeleksi sampel uji sosis dengan konsentrasi formalin 1 gram, 2gram, dan 3 gram

No .	Konsentras i Formalin dari Sampel Uji Sosis (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentase Kejadian (%)
1	1	$P(1\text{ gram}) = \frac{35}{40} = 0.875$	87.5
2	2	$P(2\text{ gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95
3	3	$P(3\text{ gram}) = \frac{39}{40} = 0.975$	97.5

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 8 nilai keandalan alat yang di dapat mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel sosis yang memiliki konsentrasi formalin 1 gram dengan peluang 87.5%, sampel dengan konsentrasi formalin sebesar 2 gram dengan peluang 95% dan sampel formalin dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 97.5% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel

Tabel 9 Hasil uji keandalan alat dalam menyeleksi sampel uji sosis dengan konsentrasi rhodamin b 1 gram, 2gram, dan 3 gram

No .	Konsentras i Boraks dari Sampel Sosis (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentase Kejadian (%)
1	1	$P(1\text{ gram}) = \frac{39}{40} = 0.975$	97.5
2	2	$P(2\text{ gram}) = \frac{37}{40} = 0.925$	92.5
3	3	$P(3\text{ gram}) = \frac{40}{40} = 1$	100

Berdasarkan hasil pengujian keandalan alat pada Tabel 9 didapat nilai yang mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel sosis yang memiliki konsentrasi boraks 1 gram dengan peluang 97.5%, sampel dengan konsentrasi boraks sebesar 2 gram dengan peluang 92.5% dan sampel boraks dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 100% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

Tabel 10 Hasil uji keandalan alat dalam menyeleksi sampel uji sosis dengan konsentrasi rhodamin b 1 gram, 2gram, dan 3 gram

No .	Konsentras i Rhodamin b dari Sampel Sosis (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentase Kejadian (%)
1	1	$P(1\text{ gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95
2	2	$P(2\text{ gram}) = \frac{37}{40} = 0.925$	92.5
3	3	$P(3\text{ gram}) = \frac{39}{40} = 0.975$	97.5

Berdasarkan hasil pengujian keandalan alat pada Tabel 10 didapat nilai yang mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel sosis yang memiliki konsentrasi rhodamin b 1 gram dengan peluang 95%, sampel dengan konsentrasi rhodamin b sebesar 2 gram dengan peluang 92.5% dan sampel rhodamin b dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 97.5% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

Tabel 11 Hasil uji kehandalan alat dalam menyeleksi sampel uji sosis dengan konsentrasi pewarna tekstil 1 gram, 2gram, dan 3 gram

No .	Konsentras i Pewarna Tekstil dari Sampel	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentase
------	--	---	------------

	Sosis (gram)		Kejadian (%)
1	1	$P(1\text{gram}) = \frac{37}{40} = 0.925$	92.5
2	2	$P(2\text{gram}) = \frac{37}{40} = 0.925$	92.5
3	3	$P(3\text{gram}) = \frac{40}{40} = 1$	100

Hasil pengujian pada Tabel 11 menunjukkan nilai keandalan alat yang di dapat, nilai tersebut mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel sosis yang memiliki konsentrasi pewarna tekstil 1 gram dengan peluang 92.5%, sampel dengan konsentrasi pewarna tekstil sebesar 2 gram dengan peluang 92.5% dan sampel pewarna tekstil dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 100% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

Tabel 12 Hasil uji keandalan alat dalam menyeleksi sampel uji jajanan basah dengan konsentrasi formalin 1 gram, 2gram, dan 3 gram.

No .	Konsentras i Boraks dari Sampel Jajanan Basah (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentas e Kejadian (%)
1	1	$P(1\text{gram}) = \frac{36}{40} = 0.9$	90
2	2	$P(2\text{gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95
3	3	$P(3\text{gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 12 nilai keandalan alat yang di dapat mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel jajanan

basah yang memiliki konsentrasi formalin 1 gram dengan peluang 85%, sampel dengan konsentrasi formalin sebesar 2 gram dengan peluang 85% dan sampel formalin dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 85% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

Tabel 13 Hasil uji kehandalan alat dalam menyeleksi sampel uji jajanan basah dengan konsentrasi boraks 1 gram, 2gram, dan 3 gram

No .	Konsentras i Boraks dari Sampel Jajanan Basah (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentas e Kejadian (%)
1	1	$P(1\text{gram}) = \frac{36}{40} = 0.9$	90
2	2	$P(2\text{gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95
3	3	$P(3\text{gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95

Berdasarkan hasil pengujian keandalan alat pada Tabel 13 di dapat nilai yang mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel jajanan basah yang memiliki konsentrasi boraks 1 gram dengan peluang 90%, sampel dengan konsentrasi boraks sebesar 2 gram dengan peluang 95% dan sampel boraks dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 95% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

Tabel 14 Hasil uji kehandalan alat dalam menyeleksi sampel uji jajanan basah dengan konsentrasi rhodamin b 1 gram, 2gram, dan 3 gram

No .	Konsentras i Rhodamin b dari Sampel Jajanan Basah (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentas e Kejadian (%)
------	--	---	--------------------------

1	1	$P(1\text{gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95
2	2	$P(2\text{gram}) = \frac{35}{40} = 0.875$	87.5
3	3	$P(3\text{gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95

Berdasarkan hasil pengujian keandalan alat pada Tabel 4.14 di dapat nilai yang mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel jajanan basah yang memiliki konsentrasi rhodamin b 1 gram dengan peluang 95%, sampel dengan konsentrasi rhodamin b sebesar 2 gram dengan peluang 87.5% dan sampel rhodamin b dengan konsentrasi 3 gram dengan peluang 95% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel

Tabel 15 Hasil uji keandalan alat dalam menyeleksi sampel uji jajanan basah dengan konsentrasi pewarna tekstil 1 gram, 2gram, dan 3 gram

No .	Konsentrasi Pewarna Tekstil dari Sampel Jajanan Basah (gram)	Peluang Kejadian $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$	Prosentase Kejadian (%)
1	1	$P(1\text{gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95
2	2	$P(2\text{gram}) = \frac{40}{40} = 1$	100
3	3	$P(3\text{gram}) = \frac{38}{40} = 0.95$	95

Hasil pengujian pada Tabel 15 menunjukkan nilai kehandalan alat yang di dapat, nilai tersebut mempresentasikan alat berkemungkinan dapat mendeteksi sampel jajanan basah yang memiliki konsentrasi pewarna tekstil 1 gram dengan peluang 95%, sampel dengan konsentrasi pewarna tekstil sebesar 2 gram dengan peluang 100% dan sampel pewarna tekstil dengan konsentrasi 3 gram dengan

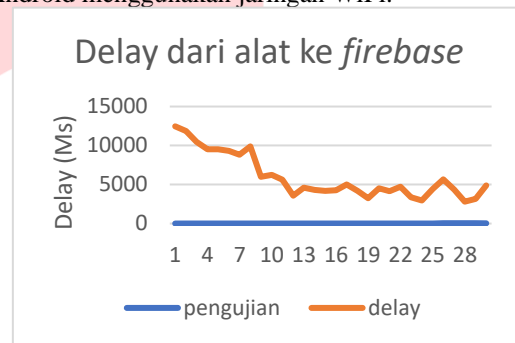
peluang 95% dengan uji coba pengujian sebanyak 40 kali dari setiap jenis sampel.

c. Hasil Pengujian Performansi Jaringan dengan Quality of Service

Pengujian performansi jaringan dengan *Qos* pada sistem dilakukan dengan menghitung nilai *delay* dan *throughput* menggunakan tiga skenario pengujian. Skenario pengujian pertama dari alat ke *firebase*, skenario kedua dari *firebase* ke aplikasi *Android*, dan skenario ketiga dari alat ke aplikasi *Android*. Berikut adalah hasil yang diperoleh:

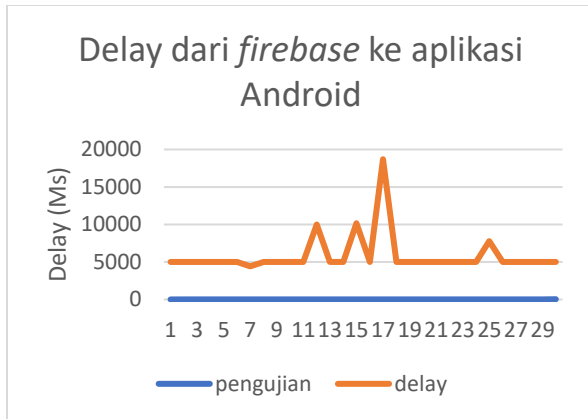
d. Hasil Pengujian Delay

Perhitungan *delay* berfungsi untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh data NodeMCU untuk sampai ke tempat tujuan yaitu *firebase* dan kemudian mengirim data ke aplikasi *Android* menggunakan jaringan WiFi.



Gambar 8. Grafik Pengujian *delay* dari alat ke *firebase*

Gambar 8 menunjukkan grafik pengujian *delay* untuk skenario alat ke *firebase*. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali pengujian, dengan menghitung total *delay* dibagi paket data yang diterima. Dari pengujian yang dilakukan nilai rata-rata *delay* yang didapat 5.938 ms. Semakin kecil *delay* maka semakin baik performansi dari suatu sistem. Dilihat dari pengujian QoS pada penelitian Tugas Akhir ini mendapatkan nilai yang sangat baik menurut standar TIPHON dengan indeks nilai 4 atau kategori *perfect*.



Gambar 9. Grafik Pengujian *delay* dari *firebase* ke aplikasi Android

Gambar 9 menunjukkan grafik pengujian *delay* untuk skenario *firebase* ke aplikasi Android. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali pengujian menghasilkan nilai rata-rata *delay* yaitu 5.876 ms. Semakin kecil *delay* maka semakin baik performansi dari suatu system. Dilihat dari pengujian QoS pada penelitian Tugas Akhir ini mendapatkan nilai yang sangat baik menurut standar TIPHON dengan indeks nilai 4 atau katagori *perfect*.

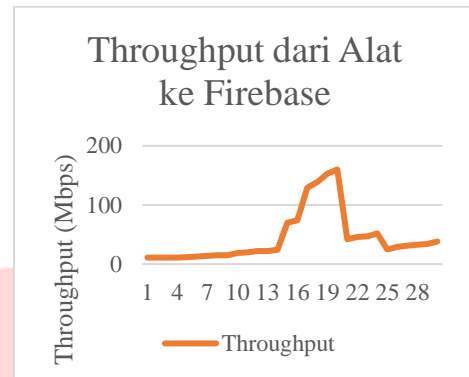


Gambar 10. Geafik Pengujian *delay* dari alat ke aplikasi Android.

Gambar 10 menunjukkan grafik pengujian *delay* untuk skenario *firebase* ke aplikasi Android. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali pengujian menghasilkan nilai rata-rata *delay* yaitu 4.666 ms. Semakin kecil *delay* maka semakin baik performansi dari suatu system. Dilihat dari pengujian QoS pada penelitian Tugas Akhir ini mendapatkan nilai yang sangat baik menurut standar TIPHON dengan indeks nilai 4 atau katagori *perfect*.

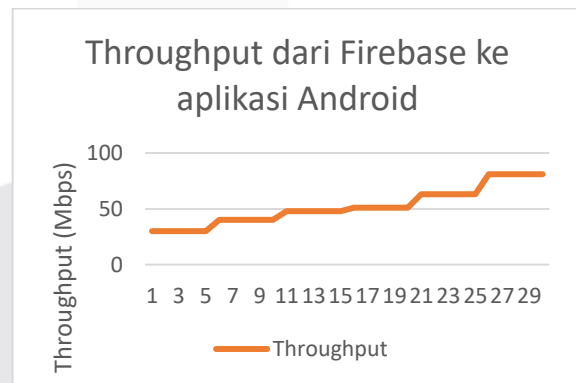
e. Hasil Pengujian *Throughput*

Perhitungan *throughput* berfungsi untuk mengetahui nilai kecepatan jaringan pengiriman data dengan jumlah paket data yang diterima oleh dari alat ke *firebase*, kemudian dari *firebase* ke aplikasi.



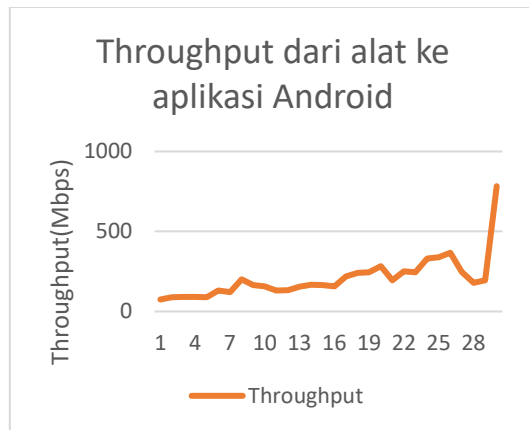
Gambar 11. Grafik Pengujian *throughput* dari alat ke *firebase*

Gambar 11 menunjukkan grafik pengujian *throughput* untuk skenario alat ke *firebase*. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali pengujian diperoleh nilai rata-rata *throughput* sebesar 44,06 Mbps. Hasil *throughput* yang didapat sudah sangat baik karena tidak dipengaruhi dengan koneksi internet atau jam sibuk, menurut standar TIPHONE nilai *throughput* pada penelitian Tugas Akhir ini mendapat katagori *excellent* atau indeks nilai 4.



Gambar 12. Grafik Pengujian *throughput* *firebase* ke aplikasi Android

Pada Gambar 12 menunjukkan grafik pengujian *throughput* untuk *firebase* ke aplikasi Android. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali pengujian memperoleh hasil rata-rata *throughput* adalah 52,16 Mbps. Hasil *throughput* yang didapat sudah sangat baik karena tidak dipengaruhi dengan koneksi internet atau jam sibuk, menurut standar TIPHONE nilai *throughput* pada penelitian Tugas Akhir ini mendapat katagori *excellent* atau indeks nilai 4.



Gambar 13. Grafik Pengujian *throughput* dari alat ke aplikasi Android

Pada Gambar 13 menunjukkan grafik pengujian *throughput* untuk *firebase* ke aplikasi Android. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali pengujian memperoleh hasil rata-rata *throughput* adalah 62,27 Mbps. Hasil *throughput* yang didapat sudah sangat baik karena tidak dipengaruhi dengan koneksi internet atau jam sibuk, menurut standar TIPHONE nilai *throughput* pada penelitian Tugas Akhir ini mendapat katagori *excellent* atau indeks nilai 4.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian pada alat pendeteksi zat rhodamine b, boraks, formalin, dan pewarna tekstil pada makanan dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat pendeteksi berbasis *Internet of Things* ini dapat mendeteksi adanya kadar zat rhodamine b, boraks, formalin, dan pewarna tekstil pada makanan yang dapat ditampilkan pada aplikasi berbasis *Android*.
2. Hasil pendeteksi sensor warna dengan RGB menunjukkan semakin tinggi nilainya, maka semakin pekat warna pada makanan yang mengandung zat berbahaya.
3. Performansi jaringan dengan menggunakan uji *Qos* dari alat ke *firebase* memiliki *delay* rata-rata sebesar 5.938 ms dan *throughput* senilai 44,06 Mbps, pengujian dari *firebase* ke aplikasi *Android* memiliki *delay* rata-rata

sebesar nilai 5.876 ms dan nilai *throughput* yaitu 52,16 Mbps, sedangkan pada pengujian dari alat ke aplikasi *Android* memiliki nilai *delay* 4.666 ms dan nilai *throughput* sebesar 62,27 Mbps.

REFERENSI

- [1] M. P. Hasibuan and D. I. Effendi, "Pewarna Berbahaya Dalam Makanan Serta Penyuluhan Bahayanya Bagi Kesehatan Masyarakat," vol. 2, pp. 21–25, 2019.
- [2] F. Rozie, I. Syarif, M. U. H. Al Rasyid, and E. Striyanto, "PURWARUPA MONITORING KELEMBAPAN TANAH," *J. Teknologi Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. C, pp. 35–44, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pss.2013.12.008%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.icarus.2018.11.02%20Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2009.07.033%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.pss.2013.06.003%0Ahttps://doi.org/10.1007/s00190-018-1112-8>.
- [3] A. Roihan, A. Permana, and D. Mila, "MONITORING KEBOCORAN GAS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO dan ESP8266 BERBASIS INTERNET OF THINGS," *ICIT J.*, vol. 2, no. 2, pp. 170–183, 2016, doi: 10.33050/icit.v2i2.30.
- [4] R. A. PUTRA, "IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN K-NEAREST NEIGHBOUR SKRIPSI Oleh : RIZQI ARI PUTRA," p. 101, 2020.
- [5] A. R. Wardani, Y. N. Nasution, and F. D. T. Amijaya, "Aplikasi Logika Fuzzy Dalam

- Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit Di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani,” *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 2, p. 94, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i2.651.
- [6] T. Widiyaman, “Mengenal Modul NodeMCU ESP8266, Sikecil yang handal untuk IoT,” *www.warriornux.com*, 2021. <https://www.warriornux.com/mengenal-nodemcu-esp8266-iot/>.
- [7] Y. Siregar, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kadar Beta Karoten Menggunakan Sensor Warna TCS34725,” 2020, [Online]. Available: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/29573>.
- [8] S. Mluyati and S. Sadi, “INTERNET OF THINGS (IoT) PADA PROTOTIPE PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MQ-2 dan SIM800L,” *J. Tek.*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.31000/jt.v7i2.1358.
- [9] T. Yeasmin, M. S. Reza, M. N. A. Khan, F. H. Shikha, and M. Kamal, “Present Status of Marketing of Formalin Treated Fishes in Domestic Markets At Mymensingh District in Bangladesh,” *Int. J. BioRes.*, vol. 1, no. 4, pp. 21–24, 2010.
- [10] A. Gerber and C. Clifton, *Learn Android Studio. Build Android Apps Quickly and Effectively*. 2015.
- [11] ETSI, “Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS),” *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, vol. 1, pp. 1–37, 1999.
- [12] M. Diana, “ALAT PENDETEKSI ZAT BORAKS, FORMALIN, DAN PEWARNA TEKSTIL PADA MAKANAN BASAH BERBASIS INTERNET OF THINGS,” no. 1, p. 40257, 2021.
- [13] ITU-T, “INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION,” *Int. Telecommun. Union*, vol. 1010, 2001, [Online]. Available: http://scholar.google.com.au/scholar?hl=en&q=ITU-T+Recommendation+G.1010&btnG=&as_sdt=1,5&as_sdt=7.