

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Formalin dan Boraks Pada Bahan Pangan Berbasis IoT

Rizky Setiawan Sihombing^{*1}, Oriza Candra²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

^{*}Corresponding author, rizkysetiawansihombing99@gmail.com

Abstrak

Saat ini tingkat pemakaian dan penggunaan zat bahan kimia seperti formalin dan boraks sangat leluasa digunakan di dalam bahan pangan. Kesulitan dalam mendeteksi keberadaan formalin dan boraks dengan mata telanjang membuat orang khawatir dan dirugikan. Karena itu sangat diperlukan pengetahuan tentang zat kimia berbahaya sehingga masyarakat lebih mengenal bagaimana bahan pangan yang sehat dan terhindar dari zat kimia yang berbahaya. Hal ini membutuhkan sebuah alat pendeteksi formalin dan boraks bahan pangan yang bertindak dengan cepat dan mudah untuk mengetahui ada tidaknya formalin dan boraks dalam bahan pangan. Tujuan penelitian ini adalah membuat alat pendeteksi formalin dan boraks pada bahan pangan yang bertindak dengan cepat dan mudah untuk mengetahui ada tidaknya formalin dan boraks dalam bahan pangan. Metode pada penelitian sistem pendeteksi formalin dan boraks ini dirancang menggunakan teknik percobaan/eksperimen. Detektor formalin dan boraks dirancang dengan sensor HCHO yang mendeteksi tingkat formalin dan sebuah sensor TCS3200 yang mendeteksi tingkat boraks dengan mengamati respon perubahan warna objek. Arduino Mega2560 sebagai pengontrol proses. Hasil pembacaannya ditampilkan pada LCD dan buzzer sebagai notifikasi bahwa bahan pangan tersebut mengandung formalin dan boraks. Dan juga menggunakan aplikasi App Inventor untuk melihat dan memantau data pengukuran terhadap tingkat kandungan formalin dan boraks. Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alat ini bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan. Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini bahwa alat ini dapat membaca dan mendeteksi kandungan formalin dan boraks di dalam ikan laut dan ikan asin.

INFO.

Info. Artikel:

No. 298

Received. October, 7, 2022

Revised. October, 18, 2022

Accepted. October, 27, 2022

Page. 541 – 550

Kata kunci:

- ✓ Arduino Mega 2560
- ✓ Internet Of Things
- ✓ Sensor HCHO
- ✓ Sensor TCS3200
- ✓ App Inventor

Abstract

Currently the level of use and use of chemicals such as formalin and borax are often freely used in food. Difficulty in detecting the existence of formalin and borax with naked eyes make people worry and harmed. Therefore it is necessary to know the knowledge of dangerous chemicals so that people know more about how healthy foods and avoid dangerous chemicals. This requires a formal and detector of food materials that act quickly and easily to know there are not formalin and borax in food. The purpose of this study is to make formalin detectors and borax in food that act quickly and easily to know there is no formalin and borax in food. The method of research formalist and borax detector system is designed to use experimental / experiment techniques. The formalin and borax detectors are designed with HCHO sensors that detect the formalin level and a TCS3200 sensor that detects Borax levels by observing the object of change of object color. Arduino Mega2560 as a process controller. The results of the readings are displayed on the LCD and Buzzer as an notification that the foodstuffs contains formalin and borax. And also use the App Inventor app to view and monitor measurement data against the formalin and borax content level. The results of the testing have been performed indicating that this tool works well according to the design. Conclusion that can be taken in this study that this tool can read and detect the formalin content and borax in marine fish and salt fish.

PENDAHULUAN

Salah satu masalah keamanan pangan di Indonesia adalah kurangnya pengetahuan dan keterampilan para produsen makanan atau minuman tentang mutu dan keamanan pangan [1]. Selain itu, tingkat pemahaman dan pendidikan masyarakat (sebagai produsen dan konsumen) juga sangat penting terhadap tingkat kesehatan di masyarakat, Bahkan di tingkat pendidikan yang tinggi, tetap penting untuk memiliki komunitas yang sehat [2]. Saat ini tingkat pemakaian dan penggunaan zat bahan kimia sangat leluasa digunakan di dalam bahan pangan, karena itu sangat penting agar masyarakat harus lebih berhati-hati dalam membeli bahan pangan [3]. Dalam impelementasinya, masih saja ditemukan kelompok masyarakat yang menggunakan bahan kimia berbahaya seperti boraks dan formalin dalam proses produksi makanan. Penambahan bahan formalin dan boraks di makanan bisa memberikan dampak berupa keracunan yang dapat merusak tubuh manusia [4]. Formalin sendiri merupakan sejenis pengawet berupa larutan tidak berwarna, berbau menyengat dan mengandung sekitar 37% formaldehida dan 10-15% metanol dalam air [5]. Sedangkan boraks adalah senyawa kristal putih, stabil pada suhu dan tekanan normal. Bahan tersebut larut dalam air dan akan berubah menjadi asam borat dan natrium hidroksida [6].

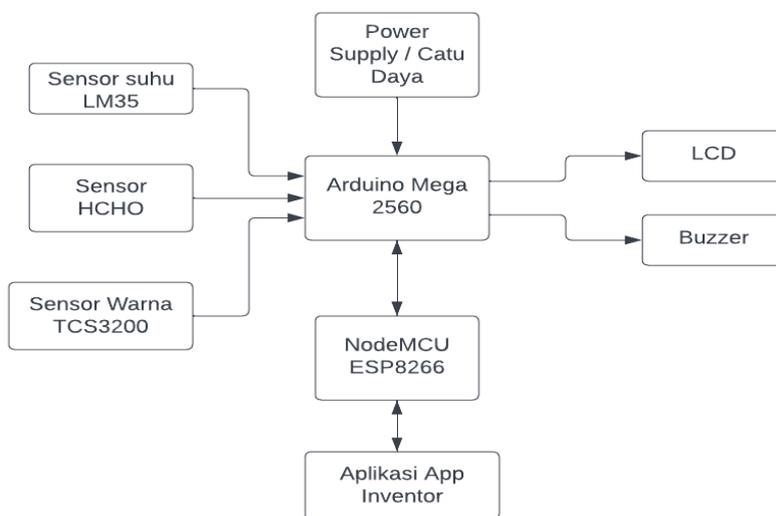
Berdasarkan efek samping kesehatan yang akan timbul apabila formalin dan boraks dicampurkan pada makanan, dibutuhkan alat yang bisa melihat zat adiktif formalin dan boraks. Seperti pembahasan diatas telah dilakukan beberapa penelitian sebelumnya, telah melakukan penelitian tentang "Alat Pendeteksi Formalin Pada Makanan Menggunakan IoT". Notifikasi hasil pengukuran dikirim ke aplikasi telegram sebagai notif bahwa pada makanan mengandung formalin [3]. Penelitian lain juga sudah dibuat alat tentang "Alat Pendeteksi Formalin Pada Bahan Pangan Menggunakan Sensor HCHO Via Android". Alat ini menggunakan *mikrokontroller* sebagai pengendalian utama [7]. Sebelumnya juga dilakukan penelitian tentang "Perancangan Alat Pendeteksi Bakso Mengandung Boraks Menggunakan Sensor Resistansi". Sistem ini berproses dengan memanfaatkan metode rangkaian pembagi tegangan agar bisa melihat dan menganalisa nilai resistansi pada bakso dengan tahapan pengujian tiga hari berturut-turut dalam uji sampel bakso [8]. Riset lain juga "Rancang Bangun Pendeteksi Formalin dan Rhodamin B Berbasis Arduino" . Alat pendeteksi ini dioperasikan dengan sumber internal sehingga tidak bergantung pada sumber daya dari PLN, penelitian ini menggunakan push button sebagai tombol start [9]. Penelitian berikutnya tentang "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Boraks Pada Makanan Menggunakan Sensor Warna Berbasis Mikrokontroller". Dimana sistem bekerja dengan *Mikrokontroller* ATmega8535 yang berperan sebagai pusat system dan output hasil pengujian ditampilkan LCD dan notifikasinya melalui alarm dan led [10]. Penelitian lain juga membahas tentang "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kontaminan Borak Pada Makanan Berbasis Android". Berproses menggunakan komunikasi Bluetooth dan GUI pada Android [11].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penulis membahas pengembangan penelitian "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Formalin dan Boraks Pada Bahan Pangan Berbasis IoT". Sistem ini dirancang agar masyarakat umum dapat mendeteksi adanya formalin dan boraks dalam bahan pangan yang dapat membahayakan kesehatan fisik, seperti ikan laut (ikan segar) dan ikan asin yang dapat dimonitoring secara nirkabel atau *wireless* menggunakan aplikasi App Inventor. Besaran Persentasi formalin dan boraks pada ikan laut (ikan segar) dan ikan asin dapat diketahui, sehingga kita dapat melihat apakah bahan pangan tersebut mengandung zat berbahaya seperti formalin dan boraks yang dapat membahayakan kesehatan fisik manusia.

METODE PENELITIAN

Sistem pendeteksi formalin dan boraks yang digunakan dalam penelitian ini dirancang, dibuat, dan diuji menggunakan teknik Penelitian Eksperimen (*Experiment Research*). Riset eksperimen adalah cara mengamati sebab akibat dengan memanipulasi satu atau lebih variabel dalam kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan kelompok kontrol yang tidak dimanipulasi [12]. Proses sistem deteksi formalin dan boraks dalam penelitian ini ditunjukkan pada diagram blok sistem pada Gambar 1. Arduino Mega 2560 mengontrol seluruh sistem, termasuk alat, menggunakan aplikasi *App Inventor*.

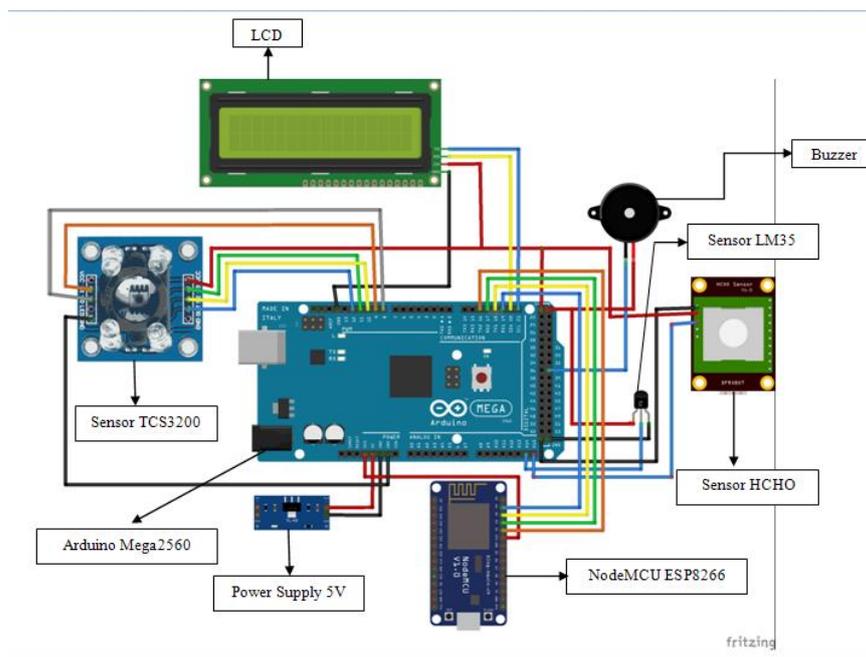
Prinsip kerja alat ini untuk mendeteksi kadar formalin, pada mulanya mengatur input suhu hingga stabil dan sensor LM35 sebagai data suhu objek tersebut dan berikutnya diproses melalui Arduino Mega 2560. Setelah kondisi suhu stabil lalu letakkan objek yang akan dideteksi diatas wadah sehingga mengeluarkan gas. Lalu gas tersebut akan dideteksi oleh sensor HCHO sebagai sensor pendeteksi kadar gas formalin. Apabila gas dari objek yang diuji ada dalam rentang ≥ 1.5 ppm, maka buzzer akan mode on, serta LCD akan menampilkan notif tulisan “BAHAYA” pada kadar gas yang ada pada objek yang diuji. Untuk mendeteksi kadar boraks , bahan pangan akan dicacah halus dan diaduk dengan air panas dan setelah objek selesai diaduk merata selanjutnya masukkan sampel perahan air kunyit sesuai takaran. Kemudian sensor TCS3200 akan bekerja dan mendeteksi warna yang berubah setelah semuanya sudah bereaksi. Apabila hasil pendeteksian dari sensor HCHO dan sensor TCS3200 hasilnya positif mengandung boraks, maka masing-masing sensor akan mengirimkan data analog ke Arduino Mega 2560 untuk diubah menjadi data digital diteruskan ke dalam perangkat NodeMCU ESP8266 dan dikirim secara wireless ke aplikasi App Inventor dan akan ditampilkan melalui LCD. Lalu mengaktifkan buzzer sebagai tanda jika pada objek yang dideteksi mengandung formalin dan boraks.



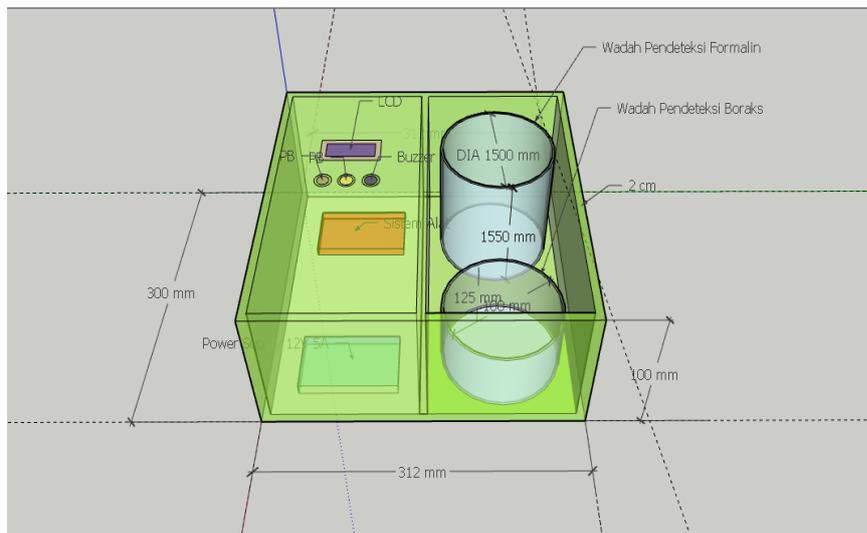
Gambar 1. Diagram Blok Rancangan Alat

Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital dan 16 pin *input* analog. Pemasangan komponen pada mikrokontroler menggunakan *pin header* dan konektor [13]. Hal ini dimaksudkan agar memudahkan pengguna dalam menginstal dan mentrasfer komponen ke setiap pin yang diperlukan. Skema keseluruhan Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada gambar 2. NodeMCU adalah sebuah development internet yang *opensource* yang didalamnya terdapat perangkat keras *system On Chip* ESP8266 yang dilengkapi dengan bahasa pemrograman *scripting*[14]. ESP8266 adalah sebuah modul yang memiliki kapabilitas untuk terhubung dengan wifi dapat diprogram menggunakan aplikasi Arduino IDE [15].

Pada penelitian ini diagram skema *hardware* yang akan dibuat terdapat pada gambar 2 , yang tersusun dari beberapa komponen antara lain Arduino Mega 2560, power supply, sensor HCHO, sensor TCS3200, NodeMCU ESP8266, LCD, sensor LM35, dan buzzer. Dan pada gambar 3 merupakan gambaran desain box mekanik alat yang akan dirancang di penelitian ini.

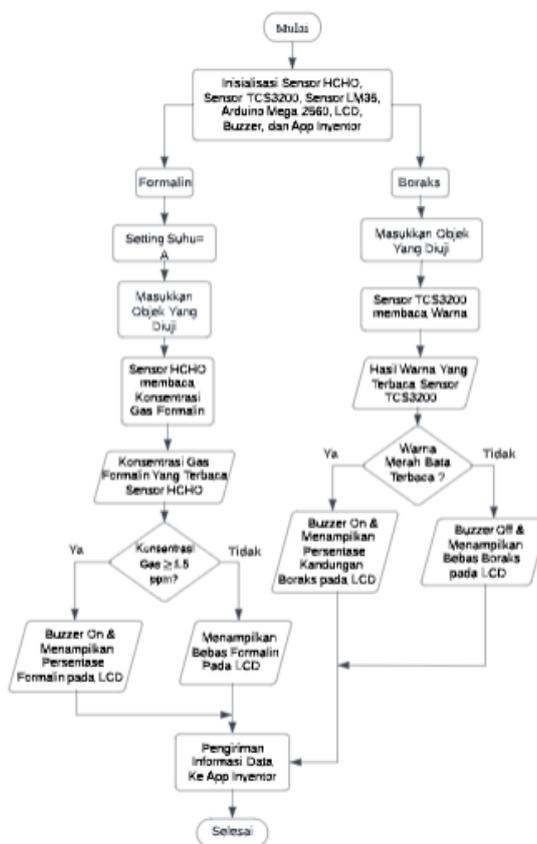


Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan Sistem



Gambar 3. Desain Perancangan Alat Pendeteksi Formalin dan Boraks

Perancangan software pada penelitian ini penulis akan menggunakan software Arduino IDE versi 1.8.1.9 untuk proses pemrogramannya menggunakan bahasa C/C++ pada Arduino IDE dan ESP8266 sebagai media pengolahan data dan outputnya. Perancangan perangkat lunak ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali rangkaian dan *NodeMCU* ESP8266 sebagai media pengirim data ke database untuk mengirimkan data yang akan ditampilkan di Aplikasi dan data pengukuran berupa informasi formalin dan boraks melalui aplikasi *App Inventor* berupa kadar konsentrasi Gas formalin yang melebihi batas aman 1.5 ppm dan sampel warna merah sebagai tanda positif boraks.



Gambar 4. Flowchart Sistem Alat

Sistem kerja dari alat Pendeteksi Formalin dan Boraks berdasarkan flowchart system adalah sebagai berikut:

1. Pilih menu pendeteksian (Formalin / Boraks).
2. Untuk deteksi formalin, set suhu pada wadah.
3. Apabila suhu sudah max seterusnya letakkan objek yang sudah dicacah yang akan dideteksi kedalam wadah
4. Apabila objek yang dideteksi tidak mengandung formalin, data akan muncul di LCD dan di aplikasi App Inventor.
5. Apabila objek yang dideteksi mengandung kadar formalin ,maka buzzer sebagai notifikasi akan berbunyi dan data kadar formalin akan tampil di layar LCD dan di aplikasi App Inventor.
6. Untuk deteksi Boraks, Letakkan objek yang sudah dicacah di dalam wadah
7. Tambahkan air panas kedalam wadah sesuai takaran, lalu aduk merata antara objek yang dicacah tadi dengan air panas tersebut.
8. Tambahkan sampel perahan air kunyit sesuai takaran kedalam objek yang sudah di aduk tadi didalam wadah.
9. Sensor warna akan bekerja membaca reaksi perubahan warna yang terjadi.
10. Apabila objek yang dideteksi tidak mengandung boraks, data akan muncul di LCD dan di aplikasi App Inventor.
11. Apabila objek yang dideteksi mengandung kadar boraks ,maka buzzer sebagai notifikasi akan berbunyi dan data kadar boraks akan tampil di layar LCD dan di aplikasi App Inventor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebuah alat atau program telah ditemukan bekerja dengan baik, maka itu dianggap sebagai bukti bahwa alat bekerja sesuai program yang telah dibuat, bekerja dengan baik. Dalam penelitian ini, penggunaan desain mekanik digunakan untuk membuat alat deteksi formalin dan boraks pada bahan pangan. Berikut Tampilan alat yang sudah dibuat.



Gambar 5. Bentuk Tampilan Alat

Dari perancangan Alat Pendeteksi Formalin dan Boraks pada bahan pangan ikan laut, dan ikan asin diperoleh hasil pengujian sebagai berikut:

Pengujian Sensor Suhu LM35

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran yang diperoleh *thermometer* dengan *sensor* LM35. Percobaan ini dilakukan pada suhu di udara. Berikut tabel pengujian sensor suhu LM35.

Tabel 1. Pengujian Sensor Suhu LM35

No	Data Sensor LM35	Suhu pada Termometer (°C)	Error (°C)	Tegangan Input
1	30,76	30	0,76	4,96
2	35,15	35	0,15	4,96
3	40,3	40	0,03	4,96
4	45,90	45	0,90	4,96
5	50,29	50	0,29	4,96
6	55,18	55	0,18	4,96
7	60,06	60	0,06	4,96
8	65,43	65	0,43	4,96
9	70,53	70	0,53	4,96

Pengujian Sensor HCHO Mendeteksi Formalin

Sensor mengukur konsentrasi gas formaldehida dalam objek untuk menentukan apakah aman untuk ditangani. Pengujian dilakukan dengan menempatkan objek dalam wadah. Gambar di bawah menunjukkan titik pengukuran *sensor HCHO* dan tabel menunjukkan nilai yang sesuai.

Tabel 2. Pengujian Sensor HCHO

Resistansi Potensiometer (KΩ)	Resistansi Sensor (KΩ)	Vin Multimeter (Volt)
1.1	0.41	0.41
1.1	0,47	0,47
1.1	0,55	0,55
1.1	0,59	0,59
1.1	0,64	0,64

Tabel 3. Data Pengujian Sampel Tanpa Menambah Formalin

No	Sampel	Waktu Percobaan (s)	Suhu Wadah (°C)	Konsentrasi Gas Formalin (ppm)	Status
1	Ikan Laut	60	50	0,30	Aman
		60	50	0,71	Aman
		60	50	0,48	Aman
2	Ikan Asin	60	50	0,59	Aman
		60	50	0,64	Aman
		60	50	0,53	Aman

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Sampel Menambah Formalin

No	Sampel	Jumlah Takaran Formalin	Waktu Percobaan (s)	Suhu Wadah (°C)	Konsentrasi Gas Formalin (ppm)	Status
1	Ikan Laut	1 tetes	60	50	0,84	Aman
		2 tetes	60	50	1,53	Berbahaya
		3 tetes	60	50	1,48	Berbahaya
		4 tetes	60	50	1,59	Berbahaya
		5 tetes	60	50	1,77	Berbahaya
2	Ikan Asin	1 tetes	60	50	0,71	Aman
		2 tetes	60	50	0,77	Aman
		3 tetes	60	50	0,84	Aman
		4 tetes	60	50	1,64	Berbahaya
		5 tetes	60	50	1,95	Berbahaya

Pengujian Sensor TCS3200 Mendeteksi Boraks

Sensor membaca reaksi perubahan warna pada sampel dalam objek untuk menentukan apakah objek mengandung boraks. Pengujian dilakukan dengan mencacah bahan sampai halus ditambah air hangat dan ditambah dengan sampel air kunyit sesuai takaran lalu menempatkan objek dalam wadah. Gambar di bawah menunjukkan data hasil pengujian sampel boraks pada sampel bahan pangan ikan laut dan ikan asin.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Sampel Bahan Pangan Tanpa Menambah Boraks

No	Sampel	Waktu Percobaan (s)	Hasil
1	Ikan Laut	60	Aman
		60	Aman
		60	Aman
2	Ikan Asin	60	Aman
		60	Aman
		60	Aman

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Sampel Bahan Pangan Menambah Boraks

No	Sampel	Jumlah Takaran Boraks	Waktu Percobaan (s)	Hasil
1	Ikan Laut	1 tetes	15	Aman
		2 tetes	15	Aman
		3 tetes	15	Berbahaya
		4 tetes	15	Berbahaya
		5 tetes	15	Berbahaya
2	Ikan Asin	1 tetes	15	Berbahaya
		2 tetes	15	Berbahaya
		3 tetes	15	Berbahaya
		4 tetes	15	Berbahaya
		5 tetes	15	Berbahaya

Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menampilkan karakter dan melihat apakah LCD bekerja dengan baik seperti yang dirancang. Pengujian dijalankan menggunakan tampilan layar LCD yang sebelumnya sudah memprogram karakter atau teks yang akan ditampilkan. Berikut Tampilan Pengujian LCD.



Gambar 6. Tampilan Pengujian LCD

Pengujian Buzzer

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa buzzer dalam kondisi baik dan siap digunakan. Pada pengujian ini alat yang digunakan adalah catu daya 1-5 volt, yang menghubungkan elektroda positif dan negatif dengan catu daya. Berikut ini adalah tabel pengujian buzzer.

Tabel 7. Pengujian Buzzer

Logika Port	Tegangan (Volt)	Kondisi Buzzer
'HIGH'	5	ON
'LOW'	0	OFF

Pengujian Mikrokontroler Arduino Mega 2560

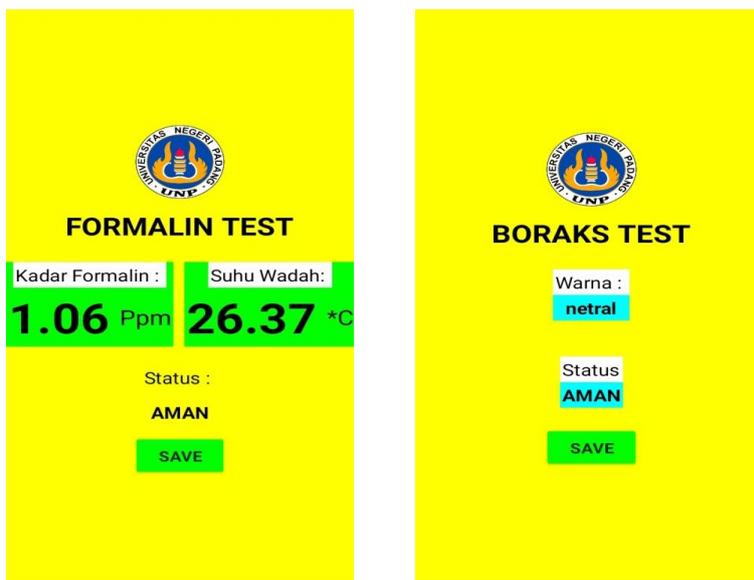
Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa arduino mega 2560 dalam kondisi baik dan dapat digunakan sebagai pengendali utama. Berikut hasil pengujian Arduino Mega 2560.

Tabel 8. Pengujian Arduino Mega 2560

Logika Port	Tegangan Pada Arduino Mega2560
LOW (0)	0 VDC
HIGH	5 VDC

Pengujian Aplikasi App inventor

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah aplikasi *app inventor* ini bisa bekerja dan memproses data dengan baik dari data hasil pengukuran yang dikirimkan arduino mega secara serial ke *NodeMCU ESP8266* selanjutnya secara wireless ke aplikasi *app inventor*. Berikut tampilan gambar pengujian aplikasi *app inventor*.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi App Inventor

Berdasarkan gambar tersebut, pengujian yang telah dilakukan untuk mendeteksi kadar formalin dan boraks pada ikan laut dan ikan asin dapat berjalan dengan baik. Hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat disimpan dalam database sehingga hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat kembali. Berdasarkan sejumlah pengujian, terlihat jelas bahwa hasil pengukurannya baik. Tes ini menunjukkan bahwa ketika koneksi internet tersedia, kecepatan membaca lebih cepat dan respon juga lebih cepat.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, penulis menyimpulkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan yang dirancang. Sensor Gas Formalin dapat membaca kadar formalin pada bahan makanan, dan sensor warna tcs3200 dapat membaca reaksi perubahan warna pada bahan makanan dan membedakan makanan yang mengandung formalin dan boraks dengan benar. Aplikasi App Inventor ini memungkinkan kita untuk melihat data pengukuran formalin dan boraks yang terkandung dalam bahan makanan dan juga untuk melihat status suhu, nilai hcho, nilai perubahan warna, dan informasi lainnya secara efisien dan praktis. Jika aplikasi terhubung ke internet, itu juga dapat menampilkan data pengukuran bahan kimia lain, seperti formaldehida dan boraks. Penulis menyimpulkan bahwa alat pendeteksi formalin dan boraks di dalam pangan berbasis IoT sensor gas formalin dapat membaca kadar formalin pada bahan makanan, dan sensor warna tcs3200 dapat membaca reaksi perubahan warna pada bahan makanan dan membedakan makanan yang mengandung formalin dan boraks dengan benar dan telah bekerja sebagaimana tujuan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. O. Rz and A. Yandra, "Preventif Approach : Bahaya Formalin Dan Cara Identifikasi Makanan Yang Mengandung Formalin," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1 (1). pp. 23–28, 2017.
- [2] J. Pradono and N. Sulistyowati, "Hubungan Antara Tingkat Pendidikan, Pengetahuan Tentang Kesehatan Lingkungan, Perilaku Hidup Sehat Dengan Status Kesehatan (Studi Korelasi Pada Penduduk Umur 10-24 Tahun di Jakarta Pusat)," *Bul. Penelit. Sist. Kesehat.*, vol. 17, no. 1, pp. 89–95, 2014, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/20885/correlation-between-education-level-knowledge-of-environmental-health-healthy-be>.
- [3] M. Syukri and R. Mukhaiyar, "Alat Pendeteksi Formalin Pada Makanan Menggunakan IoT," *J. Mulridisciplinaty Reseacrh Dev.*, vol. 3, no. 2, pp. 56–64, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.ranahresearch.com/index.php/R2J/article/view/374>.
- [4] A. Swi See, A. Bakar Salleh, F. Abu Bakar, N. Azah Yusof, A. Sahib Abdulamir, and L. Yook Heng, "Risk and Health Effect of Boric Acid," *Am. J. Appl. Sci.*, vol. 7, no. 5, pp. 620–627, 2010.
- [5] S. Azzahra, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Formalin Pada Makanan Berbasis Sensor Hcho," Universitas Sumatera Utara, 2019.
- [6] W. Cahyadi, *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Makanan*, 2nd ed. Jakarta: PT.Bumi Aksara, 2009.
- [7] O. Rahman, "Alat Pendeteksi Formalin Pada Bahan Pangan Menggunakan Sensor HCHO Via Android," Universitas Negeri Padang, 2018.
- [8] D. G. Kusumafikri, A. Muid, and I. Sanubary, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Bakso Mengandung Boraks Menggunakan Sensor Resistansi," *Prism. Fis.*, vol. 7, no. 2, pp. 114–119, 2019, doi: 10.26418/pf.v7i2.34139.
- [9] R. . Susanto and F. . Baskoro, "Rancang Bangun Pendeteksi Formalin Dan Rhodamin B Berbasis Arduino," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 2, no. 2, pp. 31–40, 2020, doi: 10.33650/jeecom.v2i2.1450.
- [10] S. Utari, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Boraks Pada Makanan Menggunakan Sensor Warna Berbasis Mikrokontroller," Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.
- [11] N. Fitriya, S. P. Wirman, and R. Gusfita, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kontaminan Borak Pada Makanan Berbasis Android," *Pros. Sainstek Semnas MIPAKes Umr.*, vol. 2, pp. 232–241, 2021.
- [12] P. I Putu Ade Andre and J. I Gusti Agung Ngurah Trisna, *Panduan Penelitian Eksperimen Beserta Analisis Statistik Dengan SPSS*. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- [13] M. F. Wicaksono and A. Rahman, "Rancang Bangun Alat Pencampur Bahan Es Krim Berbasis Arduino Mega2560," *J-Ensitem*, vol. 5, no. 02, pp. 271–277, 2019, doi: 10.31949/j-ensitem.v5i02.1507.
- [14] M. Hafiz dan Oriza Candra, "JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional) Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroller dan Aplikasi Map dengan Menggunakan IoT," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Voksdional)*, vol. 7, no. 1, pp. 53–63, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/article/view/111420>.
- [15] S. Fuadi and O. Candra, "Prototype Alat Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Arduino," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–25, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i1.12.