

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelayakan Susu Sapi Segar Berbasis Arduino di Desa Jugo Kecamatan Mojo

Muhamad Avit Tohari¹, Danang Erwanto², Fajar Yumono³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri, Kediri

E-mail: ¹tohariavit@gmail.com, ²danangerwanto@uniska-kediri.ac.id, ³fajaryumono@uniska-kediri.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted:
July 16, 2024

Accepted:
July 18, 2024

Published:
July 31, 2024

ABSTRACT

Fresh cow's milk is a source of protein that is very useful for life. This research aims to monitor the value of pH levels before consumption, which is by designing a tool to read the value of pH and temperature levels. This study uses the research and development method by monitoring data and calculating the accuracy of the tools that have been designed, namely the pH and temperature sensors with the calculation of the percentage error. In this study, the results of the calculation of the percentage error value are quite good from the two sensors used, where the results of the percentage error with an average value of 0.4% of this value are quite small for the error rate of the tool when used to read the pH level value, besides that on the temperature sensor there is an error percentage value with an average of 2.1% of this value is quite small because it does not exceed the maximum limit of 5%. Based on the results of the research that has been done and from the percentage value of the error which is quite small so that both sensors have a fairly good level of accuracy if used to monitor the value of pH levels or temperature values in cow's milk.

Keywords:

Arduino, Milk, pH Sensor, Temperature Sensor

Kata Kunci:

Arduino, Sensor pH, Sensor Suhu, Susu

ABSTRAK

Susu sapi segar adalah sumber protein yang sangat berguna bagi kehidupan. Penelitian ini bertujuan untuk memantau nilai kadar pH sebelum dikonsumsi, yang mana dengan merancang alat pembaca nilai kadar pH dan suhu. Penelitian ini menggunakan metode *research and development* dengan memantau data dan memperhitungan akurasi alat yang telah dirancang yaitu sensor pH dan suhu dengan perhitungan persentase *error*. Pada penelitian ini mendapatkan hasil nilai perhitungan persentase *error* yang cukup baik dari kedua sensor yang digunakan, yang mana hasil dari persentase *error* dengan nilai rata-rata 0,9 % dari nilai tersebut terbilang cukup kecil untuk tingkat ke *error* an alat ketika digunakan untuk membaca nilai kadar pH, selain itu pada sensor suhu terdapat nilai persentase *error* dengan rata-rata 2,4% dari nilai tersebut terbilang cukup kecil karena tidak melebihi dengan batas maksimal yaitu 5%. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan dari nilai persentase *error* yang terbilang cukup kecil sehingga kedua sensor memiliki tingkat akurasi yang cukup baik jika digunakan untuk memantau nilai kadar pH ataupun nilai suhu pada susu sapi. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, kebersihan kandang, dan keadaan lingkungan sekitar sangat mempengaruhi susu sapi segar pada lama penyimpanan ditempat terbuka.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Muhamad Avit Tohari,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri
Jalan Sersan Suharmadji No. 38, Kota Kediri, Jawa Timur, Indonesia.
Email: tohariavit@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Susu Sapi Segar adalah sumber protein yang sangat berguna bagi kehidupan. Susu Sapi Segar merupakan cairan yang berasal dari sapi sehat dan bersih. Susu Sapi Segar diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, dimana kandungan alaminya tidak dikurangi atau tidak ditambah sesuatu apapun[1]. Beberapa kandungan nutrisi yang baik yang terdapat pada susu murni antara lain omega 3, omega 6, vitamin E, vitamin A, vitamin D, kalium, dan laktosa. Karakteristik susu sapi yang baik yaitu memiliki warna putih kekuningan dan tidak tembus cahaya, berbau khas susu sapi, dan rasanya agak manis, pada umumnya, pH susu sapi berkisar antara 6,30- 6,80. Susu yang baru diperah menunjukkan suhu sekitar 37°C [2].

Pada desa Jugo kecamatan Mojo terdapat kelompok ternak Sumber Mulyo, kelompok tersebut bergerak pada bidang pemajuan hasil susu para peternak. Hasil Susu Sapi Segar para peternak dijadikan satu wadah yang disebut koling sebelum dijual. Tidak semua hasil Susu Sapi Segar para peternak bagus, ada juga susu sapi yang tidak steril yang diakibatkan kebersihan kandang dan juga ternak yang kurang maksimal, pemerahan susu sapi secara manual yang mempengaruhi kualitas susu sapi, selain itu tidak jarang juga terjadi hal yang sangat merugikan para peternak lain juga kelompok yakni susu kemarin yang dimasukkan ke lemari pendingin akibatnya susu sapi itu tercampur dengan susu sapi lain dan merusak kualitas semua susu sapi, imbasnya harga Susu Sapi Segar pun ikut turun [3]. Maka agar bisa memaksimalkan kualitas susu sapi dan kemurnian susu sapi segar para peternak, penelitian ini membuat alat yaitu :” Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Kelayakan Susu Sapi Yang Akan Dijual Berbasis Arduino Di Desa Jugo Kecamatan Mojo”. Penelitian ini menggunakan sensor pH E 201-C, sensor suhu DS18B20, Arduino IDE, serta layar LCD M1632 untuk menampilkan informasi suhu dan derajat keasaman susu sapi. Dengan adanya alat ini diharapkan akan menjadi sistem pendukung para peternak pada proses kesehatan, perawatan, pemerahan susu sapi, dan juga pengawasan kualitas susu sapi yang lebih canggih, efektif dan ekonomis dan juga alat tersebut dapat mengetahui susu sapi dalam keadaan segar.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan ini menggunakan teknik research and development atau yang dikenal dengan penelitian dan pengembangan. Penelitian ini menggunakan Teknik penelitian dan pengembangan untuk menguji efektivitas dan efisiensi menggunakan sensor pH E 201-C, sensor suhu DS18B20, Arduino UNO, serta layar LCD M1632 untuk dapat digunakan dalam alat pendeteksi, yang dapat memaksimalkan kualitas susu sapi pada peternak Desa Jugo.

Sensor pH E 201-C seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1 dipilih karena memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi variasi nilai pH, akurasi yang memadai untuk aplikasi pengukuran cairan seperti susu segar, serta kompatibilitasnya dengan sistem berbasis Arduino. Sensor ini juga dirancang untuk penggunaan dalam lingkungan cair, sehingga mampu memberikan hasil pengukuran yang konsisten dan andal pada rentang waktu tertentu, menjadikannya ideal untuk memantau kualitas susu sapi secara real-time [4], [5]. Sensor pH dibuat menggunakan proses film tebal standar, dan pasta resistif siap pakai berbasis RuO₂ digunakan sebagai material sensor [6].



Gambar 1. Sensor pH E 201-C [7]

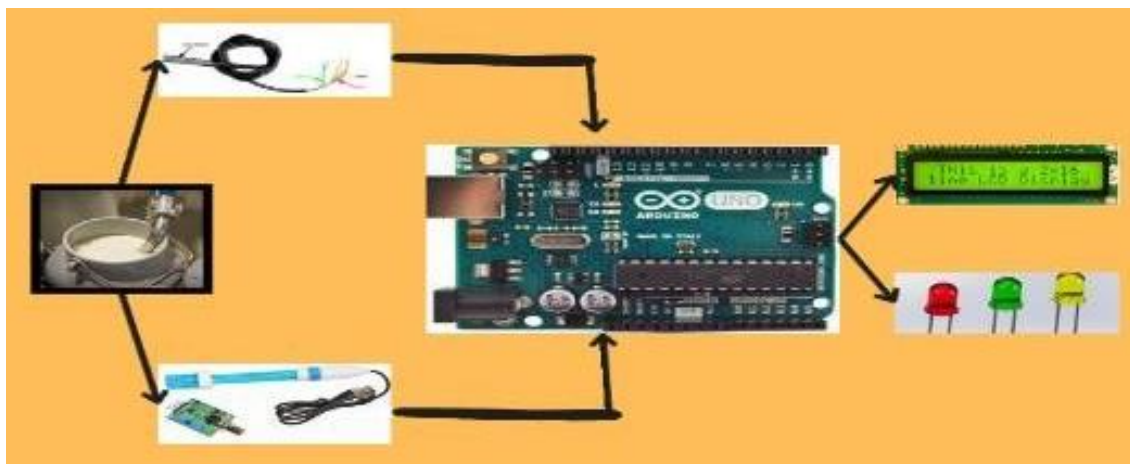
Sensor suhu DS18B20 seperti Gambar 2 dipilih karena memiliki akurasi tinggi dalam pengukuran suhu dengan rentang yang luas, kemudahan integrasi dengan mikrokontroler seperti *Arduino*, serta kemampuan untuk memberikan hasil pengukuran dalam format digital yang stabil dan konsisten. Sensor ini juga dirancang dengan ketahanan terhadap lingkungan termasuk tahan terhadap air [8] yang dapat mendukung pengujian pada kondisi lapangan, menjadikannya pilihan yang efisien dan andal untuk mendeteksi suhu susu sapi segar.



Gambar 2. Sensor suhu DS18B20 [9]

Penggunaan *Arduino* UNO dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa alasan utama. *Arduino* UNO adalah mikrokontroler yang mudah digunakan dengan kompatibilitas yang luas terhadap berbagai sensor, seperti sensor pH dan suhu [10] yang digunakan dalam proyek ini. Selain itu, *Arduino* UNO memiliki dokumentasi yang lengkap, ekosistem yang aktif, serta pemrograman berbasis *Arduino* IDE yang sederhana [11], sehingga mempermudah pengembangan dan integrasi sistem. Dengan harga yang relatif terjangkau dan konsumsi daya rendah, *Arduino* UNO juga menjadi pilihan yang ekonomis untuk menciptakan alat pendeteksi kualitas susu sapi yang efektif dan efisien.

2.1. Rancangan Sistem

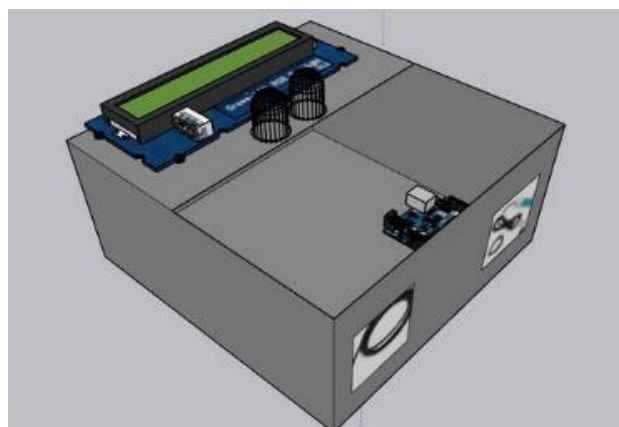


Gambar 3. Rancangan Sistem

Berdasarkan Gambar 3 ada dua jenis data yang akan di ambil dari cairan susu yaitu, data pH susu sapi dan data suhu susu sapi. Pada data pH susu sapi menggunakan sensor pH air sementara untuk suhu susu sapi menggunakan sensor suhu DS18B20 dengan mendeteksi susu yang telah diperah. Ada dua hasil yang ditampilkan pada modul LCD yaitu, Ketika pH susu dibawah 6.5 dan di atas 6.7 maka susu dinyatakan rusak / basi dan lampu indikator warna merah menyala. Sedangkan bila pH susu sapi lebih dari 6.5 dan dibawah 6.7 susu sapi dinyatakan segar dan lampu indikator hijau menyala. Untuk suhu susu sapi segar setelah di perah berkisar antara 35 derajat – 37 derajat biasanya lebih tinggi ataupun lebih rendah tergantung berapa lama susu sapi disimpan di wadah sebelum didinginkan. Hasil pada modul LCD ini yang nantinya sangat membantu para peternak untuk meningkatkan kebersihan serta perawatan ternak agar susu sapi dapat selalu dalam keadaan segar, tidak terdapat penyakit.

2.1.1. Gambar dan Tabel

Perlu adanya gambar design agar memudahkan pembuatan kandang dan peletakan sensor maupun komponen lainnya agar penggunaanya lebih maksimal dan efisien. Untuk design rencana kandang bebek bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Rancangan Alat

Tabel 1 adalah data kadar pH susu sapi yang diukur pada beberapa interval waktu sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut. Pengumpulan data ini dilakukan untuk memantau perubahan pH pada sampel susu sapi (H1 dan H2) dari tiga subjek pengamatan (S1, S2, dan S3) pada waktu yang telah ditentukan.

Tabel 1. Data Kadar pH Susu Sapi

Subyek Pengamatan	Waktu	pH Susu Sapi	
		H1	H2
S1	Jam 06.30	6,66	6,60
	Jam 07.00	6,50	6,43
	Jam 07.30	6,30	6,10
S2	Jam 06.30	6,79	6,77
	Jam 07.00	6,56	6,58
	Jam 07.30	6,36	6,35
S3	Jam 06.30	6,76	6,78
	Jam 07.00	6,53	6,66
	Jam 07.30	6,34	6,31

Tabel 1 merupakan yang akan digunakan untuk pengumpulan data kadar pH sebelum dilakukannya pengujian presentase *error*, yang mana tabel yang digunakan ini juga merupakan pengumpulan data yang dilakukan dari peneliti. Selain itu data ini juga akan digunakan untuk mengukur tingkat akurasi sensor yang digunakan, yang mana pengujian yang akan dilakukan berdasarkan data yang telah diambil selama 3 hari dan 3 waktu yang telah dipilih peneliti, yang mana tabel data ini juga akan dilakukan untuk data nilai pH yang terbaca.

Berikut adalah Tabel 2 yang menunjukkan nilai data sensor suhu susu sapi (H1 dan H2) yang diperoleh dari tiga subjek pengamatan (S1, S2, dan S3) pada beberapa interval waktu. Data ini digunakan untuk memantau perubahan suhu susu sebelum dilakukan analisis atau pengujian lebih lanjut.

Tabel 2. Data Kadar pH Susu Sapi

Subyek Pengamatan	Waktu	Suhu Susu Sapi	
		H1	H2
S1	Jam 06.30	33,81	32,25
	Jam 07.00	26,81	26,27
	Jam 07.30	26,00	25,31
S2	Jam 06.30	32,06	31,00
	Jam 07.00	27,12	26,50
	Jam 07.30	26,56	25,44
S3	Jam 06.30	34,65	34,50
	Jam 07.00	27,69	28,10
	Jam 07.30	26,25	26,12

Tabel 2 merupakan yang akan digunakan untuk pengumpulan data Sensor suhu sebelum dilakukan nya pengujian presentase *error*, yang mana tabel yang digunakan ini juga merupakan pengumpulan data yang dilakukan dari peneliti. Selain itu data ini juga akan digunakan untuk mengukur tingkat akurasi sensor yang digunakan, yang mana pengujian yang akan dilakukan berdasarkan data yang telah diambil selama 3 hari dan 3 waktu yang telah dipilih peneliti, yang mana tabel data ini juga akan dilakukan untuk data nilai Suhu yang terbaca.

2.1.2. Uji Presentase Error

Pada pengujian presentase error ini merupakan pengujian dari setiap komponen yang digunakan untuk mengetahui nilai error dari pembacaan data yang mana nantinya data yang diperoleh dari setiap perbandingan komponen yang digunakan akan dihitung untuk nilai error [12]. Uji presentase error ini dimulai dari pengambilan data, pengumpulan data, dan perhitungan data Dengan menggunakan Persamaan 1 sebagai berikut.

$$\%error = \frac{Mean / Residue}{100\%} \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan 1 digunakan untuk menghitung persentase error dengan membandingkan nilai rata-rata data (*Mean*) terhadap sisa atau penyimpangan (*Residue*) yang dihasilkan selama pengujian. Nilai ini memberikan gambaran tingkat akurasi dari data yang diperoleh terhadap nilai yang diharapkan. Perhitungan dilakukan untuk setiap komponen, sehingga hasil analisis dapat memberikan evaluasi yang menyeluruh mengenai kinerja sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan alat yang telah dilakukan membutuhkan sumber tegangan 5 Volt DC untuk mikrokontroler Arduino UNO, serta komponen-komponen lainnya. sumber tegangan sangat mempengaruhi antara tegangan sumber dari PLN dengan sumber tegangan Baterai, Hal ini dikarenakan sumber tegangan PLN memiliki energi tegangan yang berubah-ubah yang memberikan dampak terhadap Arduino UNO serta komponen-komponen lainnya. Berbeda dengan sumber dari Baterai memberikan pembacaan nilai dari sensor pH dan juga sensor suhu yang relatif lebih stabil.

3.1. Hasil Pengujian Presentase Error Sensor pH

Sensor pH E 201-C merupakan sensor yang berfungsi untuk membaca nilai pH dari sampel susu yang dideteksi [13]. Pengujian sesnsor ini dilakukan dengan melakukan pembacaan nilai pH dari ketiga sampel dengan rentang waktu yang berbeda, untuk mengetahui berapakah waktu maksimal penyimpanan dalam ruang terbuka sebelum susu segar diproses Kembali. Selanjutnya nilai pembacaan dari sensor pH kemudian dijadikan penelitian apakah susu murni dalam kurun waktu tertentu sebelum proses pendinginan masih layak dijual oleh para peternak.

Tabel 3. Perhitungan Presentase *Error* Sensor pH

Subyek Pengamatan	Waktu	pH Susu Sapi		Mean	Residue	% Error
		H1	H2			
S1	Jam 06.30	6,66	6,60	6,63	0,06	0,9%
	Jam 07.00	6,50	6,43	6,47	0,07	1,1%
	Jam 07.30	6,30	6,10	6,20	0,20	3,2%
S2	Jam 06.30	6,79	6,77	6,78	0,02	0,3%
	Jam 07.00	6,56	6,58	6,57	-0,02	0,3%
	Jam 07.30	6,36	6,35	6,36	0,01	0,2%
S3	Jam 06.30	6,76	6,78	6,77	-0,02	0,3%
	Jam 07.00	6,53	6,66	6,60	-0,13	2,0%
	Jam 07.30	6,34	6,31	6,33	0,03	0,5%
Rerata						0,9%

Berdasarkan data pada Tabel 3, perhitungan persentase error menunjukkan variasi tingkat error pada pembacaan pH susu sapi untuk masing-masing subjek pengamatan dan waktu pengukuran. Subjek S1 memiliki nilai error yang relatif lebih tinggi dibandingkan subjek lainnya, dengan puncak *error* sebesar 3,2% pada pengukuran pukul 07.30. Sebaliknya, subjek S2 menunjukkan tingkat *error* paling rendah, dengan persentase maksimum hanya 0,3%, mencerminkan konsistensi yang baik dalam pembacaan data. Subjek S3 memiliki nilai error yang lebih bervariasi, dengan nilai tertinggi mencapai 2,0% pada pengukuran pukul 07.00. Secara keseluruhan, rerata persentase *error* dari semua pengukuran adalah 0,9%, yang menunjukkan bahwa sistem pembacaan data memiliki akurasi yang cukup baik,

meskipun terdapat beberapa deviasi pada waktu-waktu tertentu.

3.2. Hasil Pengujian Presentase Error Sensor Suhu

Sensor DS18B20 merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suhu pada sampel susu yang dilakukan dengan selama waktu 3 hari dan berjarak waktu setengah jam serta dimulai dari jam 06.30 wib hingga jam 07.30 wib. Berdasarkan hasil data perhitungan persentase error terdapat nilai rerata yang cukup kecil dan dapat ditarik kesimpulan bahwa sensor suhu DS18B20 memiliki Tingkat akurasi yang cukup dari tabel berikut ini.

Tabel 4. Perhitungan Presentase Error Sensor Suhu

Subyek Pengamatan	Waktu	Suhu Susu Sapi		Mean	Residue	% Error
		H1	H2			
S1	Jam 06.30	33,81	32,25	33,03	1,56	4,7%
	Jam 07.00	26,81	26,27	26,54	0,54	2,0%
	Jam 07.30	26,00	25,31	25,66	0,69	2,7%
S2	Jam 06.30	32,06	31,00	31,53	1,06	3,4%
	Jam 07.00	27,12	26,50	26,81	0,62	2,3%
	Jam 07.30	26,56	25,44	26,00	1,12	4,3%
S3	Jam 06.30	34,65	34,50	34,58	0,15	0,4%
	Jam 07.00	27,69	28,10	27,90	-0,41	1,5%
	Jam 07.30	26,25	26,12	26,19	0,13	0,5%
Rerata						2,4%

Berdasarkan data pada Tabel 4, perhitungan persentase error sensor suhu menunjukkan bahwa tingkat *error* bervariasi tergantung pada waktu dan subjek pengamatan. Subjek S1 memiliki persentase error tertinggi sebesar 4,7% pada pengukuran pukul 06.30, yang mengindikasikan adanya deviasi yang signifikan pada sensor suhu di waktu tersebut. Subjek S2 juga menunjukkan nilai *error* yang cukup tinggi pada pengukuran pukul 07.30 dengan persentase 4,3%, meskipun di waktu lainnya lebih konsisten. Sebaliknya, subjek S3 memiliki nilai *error* paling rendah secara keseluruhan, dengan nilai minimum 0,4% pada pukul 06.30, menunjukkan bahwa sensor suhu pada subjek ini bekerja dengan sangat baik dan konsisten. Secara keseluruhan, rerata persentase *error* adalah 2,4%, yang menunjukkan kinerja sensor yang cukup baik, meskipun ada beberapa deviasi yang perlu dievaluasi untuk meningkatkan akurasi pada waktu-waktu tertentu.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan alat pendeteksi kualitas susu sapi berbasis Arduino yang mengukur pH dan suhu susu secara *real-time*. Dengan menggunakan sensor pH E201-C dan sensor suhu DS18B20, alat ini dapat menampilkan hasil pengukuran pada modul LCD dan memberikan notifikasi melalui indikator warna (lampu merah untuk susu basi dan lampu hijau untuk susu segar). Pengujian menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik, dengan rata-rata kesalahan (*error*) sensor pH sebesar 0,9% dan sensor suhu sebesar 2,4%.

Alat ini terbukti membantu para peternak di Desa Jugo dalam menjaga kualitas susu sapi segar, mencegah pencampuran susu basi, dan meningkatkan efisiensi produksi. Penggunaan teknologi sederhana namun efektif ini diharapkan dapat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kualitas hasil ternak serta kesejahteraan peternak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. W. Wasito, "PERSEPSI DAN ADOPSI SNI 3141.1: 2011 KELUARGA PETERNAK SAPI PERAH KAWASAN USAHA PETERNAKAN (KUNAK) KABUPATEN BOGOR," *Jurnal Standardisasi*, vol. 19, no. 3, 2018, doi: 10.31153/js.v19i3.602.
- [2] M. Choifin dan W. Lestariningsih, "SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA PEMERAH SUSU SAPI DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR)," *Teknika: Engineering and Sains Journal*, vol. 3, no. 1, 2019, doi: 10.51804/tesj.v3i1.382.45-50.
- [3] Jufrizel, Ma. Izzaty, dan W. Puji Hastuti, "Membuat Alat Pendeteksi Susu Sapi dan Susu Kedelai Berbasis Arduino," *SNPKM: Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, 2021.

-
- [4] O. Voskoboinikova, A. Sukhanov, dan A. Duerkop, "Optical ph sensing in milk: A small puzzle of indicator concentrations and the best detection method," *Chemosensors*, vol. 9, no. 7, 2021, doi: 10.3390/chemosensors9070177.
 - [5] A. Amaliah dan A. Nabila, "Sistem Pendeteksi Kesegaran Susu Formula Bayi Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Teknologi Elektroika*, vol. 20, no. 2, 2023, doi: 10.31963/elektroika.v20i2.4649.
 - [6] L. Manjakkal, K. Cvejic, J. Kulawik, K. Zaraska, dan D. Szwagierczak, "A Low-Cost pH Sensor Based on RuO₂ Resistor Material," *Nano Hybrids*, vol. 5, hlm. 1–15, Okt 2013, doi: 10.4028/www.scientific.net/NH.5.1.
 - [7] "201-C Combination pH Electrode, BNC Connector." Diakses: 18 November 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://aperainst.com/apera-instruments-201-c-combination-ph-electrode-tester-sensor-bnc-connector-for-ph-meter-polycarbonate-glass#>
 - [8] I. A. Rozaq dan Y. N. DS, "Uji Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air," *Prosiding SNATIF Ke-4*, 2017.
 - [9] "DS18B20 Waterproof Temperature Probe Sensor Suhu Air." Diakses: 18 November 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://digiwarestore.com/id/temperature-sensor/ds18b20-waterproof-temperature-probe-sensor-suhu-air-296473.html>
 - [10] N. T. C. Sulistiyo, D. Erwanto, dan A. D. Rosanti, "Alat Pengendali Derajat pH Pada Sistem Hidroponik Tanaman Pakcoy Berbasis Arduino Uno," *Multitek Indones*, vol. 13, no. 1, hlm. 46–65, 2019.
 - [11] A. Septian Dwisaputra, F. Yumono, dan D. Efytra Yuliana, "KONTROL KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROLLER PADA AYUNAN BAYI," *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, vol. 2, no. 01, hlm. 1–14, Apr 2021, doi: 10.31328/jasee.v2i01.62.
 - [12] W. Nugraha, "Perancangan Aplikasi Penyederhanaan Fungsi Boolean Dengan Metode Quine-MC Cluskey," *J. Khatulistiwa Informatika*, vol. 5, no. 2, 2017.
 - [13] I. P. Y. Pramesia Pratama, K. S. Wibawa, dan I. M. A. D. Suarjaya, "Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino," *JITTER: Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.24843/jtrti.2022.v03.i02.p02.