

Sistem Pendeteksi Kesegaran Susu Formula Bayi Berbasis *Internet Of Things*

Asma Amaliah¹⁾, Auliya Nabila²⁾

¹ Prodi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
email: asmaamaliah@poliupg.ac.id

² Prodi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
email: auliyanaabila@poliupg.ac.id



Abstract

This research was conducted to design a tool for detecting the suitability of baby formula milk based on the internet of things. This tool is designed to obtain valid data on the period of time when baby formula milk is still suitable for consumption or is no longer suitable for consumption. As is known, the duration of milk spoilage cannot be measured with certainty. There are several sensors used in this system, namely a pH sensor and a gas sensor as well as reading detection results using an LCD and sending them in real time to Telegram. The microcontroller used is ESP32. Based on data obtained from testing using a pH sensor and a gas sensor, the results obtained were that the pH sensor detected that the brewed baby formula milk was considered unfit for consumption after 4 hours in free air conditions due to the results of the pH sensor showing, namely 6.44, which is the value indicates the milk has become acidic. Meanwhile, for the gas sensor, there was a significant change in value from the initial value after 5 hours of the milk being left in free air. The pH sensor was a fairly good detection tool in detecting spoilage of baby formula milk because the MAPE obtained was 1.34%.

Keywords: *Baby Formula Milk, Mikrocontroller, Sensor, IoT.*

Abstract

Penelitian ini dilakukan untuk membuat rancang bangun suatu alat pendeteksi kelayakan susu formula bayi berbasis internet of things agar diperoleh data valid jangka waktu susu formula bayi masih layak dikonsumsi atau sudah tidak layak dikonsumsi. Seperti yang diketahui bahwa durasi waktu pembusukan susu belum bisa diukur dengan pasti. Pada alat yang telah dirancang, terdapat beberapa sensor yang digunakan, yaitu sensor pH dan sensor gas serta pembacaan hasil deteksi menggunakan LCD dan dikirim secara real time ke Telegram. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32. Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian menggunakan sensor pH dan sensor gas, diperoleh hasil yaitu sensor pH mendeteksi bahwa susu formula bayi yang telah diseduh dianggap tidak layak konsumsi setelah 4 jam pada kondisi udara bebas disebabkan hasil penunjukkan sensor pH, yaitu 6,44 dimana nilai tersebut menunjukkan susu telah bersifat asam. Sedangkan untuk sensor gas, terjadi perubahan nilai yang cukup signifikan dari nilai awal setelah 5 jam susu didiamkan pada kondisi udara bebas, Sensor pH menjadi alat deteksi yang cukup baik dalam mendeteksi pembusukan susu formula bayi karena MAPE yang diperoleh, yaitu 1,34%.

Keywords: *Susu Formula Bayi, Mikrokontroler, Sensor, IoT.*

I. PENDAHULUAN

Susu formula merupakan salah satu alternatif pengganti air susu ibu (ASI). Kesegaran susu menjadi kunci kesehatan anak. Peraturan pemerintah Indonesia mengenai pangan terdapat dalam Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1996. Undang-undang ini mengatur tentang cara dan mekanisme penanganan pangan, termasuk produksi, penyimpanan, pengangkutan, dan distribusi pangan. Warga negara Indonesia yang melakukan kegiatan di

atas wajib mengikuti sanitasi, mengontrol dan menjaga kualitas produknya [1]. Pembusukan susu sulit diukur secara tepat. Susu formula bayi yang diencerkan biasanya rentan terhadap pembusukan. Jika susu tidak segera dikonsumsi maka akan memicu tumbuhnya bakteri, virus atau parasit lainnya. Masalah yang lebih serius muncul ketika anak minum susu basi. Beberapa akibat yang timbul jika anak mengonsumsi susu basi adalah mual, diare, sakit perut dan dehidrasi [2]

Ada beberapa cara untuk mengetahui apakah susu masih aman untuk diminum. Beberapa ciri, termasuk kandungan susunya, berbeda antara lapisan atas dan bawah, hanya saja aroma susunya menjadi lebih asam disebabkan pH susu berubah [3]. Jika kesegaran susu formula hanya melalui penciuman dan penglihatan, tentu akan menimbulkan keraguan. Kesegaran susu harus dibuktikan sejak dini dengan cara yang dapat memberikan informasi yang valid. Bagi ibu bekerja, keamanan susu formula yang dikonsumsi bayinya sangatlah penting. Tuntutan pekerjaan yang memaksa para ibu untuk meninggalkan anaknya di rumah membuat para ibu membutuhkan alat untuk memantau kondisi anaknya dari jarak jauh, terutama kondisi susu yang dikonsumsi anak.

Selama satu dekade terakhir, beberapa metode telah diteliti untuk mengembangkan cara yang lebih akurat dan efisien dalam mendeteksi pembusukan susu. Pembusukan susu disebabkan oleh reaksi bakteri yang ada di dalam susu dan beberapa bahan kimia berbeda seperti aseton, asam asetat, etanol dan amonia [4]. Selain itu, telah dibuat prototipe deteksi dini kelayakan susu bayi berbasis ATmega 328. Dalam penelitian tersebut, beberapa sensor digunakan untuk pendeteksian, misalnya. sensor pH, sensor suhu, sensor, sensor gas dan warna serta membaca hasil pendeteksiannya dengan LCD [5]. Selanjutnya, terdapat penelitian yang menggunakan sensor pH untuk mengetahui tingkat keasaman suatu larutan. Sensor pH merupakan sensor yang efektif untuk mengetahui tingkat keasaman suatu larutan. Sebab, pH atau keasaman menjadi salah satu faktor penentu masih layak konsumsi atau tidaknya suatu larutan [6]. Berdasarkan kondisi tersebut dan didukung oleh penelitian sebelumnya, maka penelitian alat pendeteksi kesegaran susu formula berbasis *internet of things* diadakan.

II. KAJIAN LITERATUR

2.1 Susu Formula Bayi

Susu formula adalah susu yang dibuat dari susu sapi atau susu buatan berbentuk serbuk yang komposisinya telah diubah menyerupai air susu ibu (ASI), namun tidak bisa sama persis dengan ASI, karena komposisi susu tersebut berasal dari susu sapi, yaitu susu sapi [7].

Susu Formula mempunyai banyak kelemahan karena terbuat dari susu sapi, sehingga kelemahannya adalah susu formula tidak selengkap ASI, pengenceran yang tidak tepat, terkontaminasi mikroorganisme, menyebabkan alergi, bayi dapat diare dan sering muntah, menyebabkan infeksi, obesitas atau kelebihan berat badan pada bayi, limbah, kekurangan zat besi dan vitamin banyak mengandung garam [8].

Susu mempunyai sifat amfoter, artinya dapat berada antara sifat asam dan basa. Secara alami, pH susu segar adalah antara 6,5 dan 6,7. pH susu yang aman dikonsumsi berada di range 6,5 – 8,0. Saat pH berada dibawah nilai 6,5 menunjukkan susu bersifat asam yang berarti menunjukkan adanya aktivitas bakteri aktif [9]. Produksi gas hasil dari pembusukan susu merupakan salah satu contoh perubahan mikroba pada susu. Gas yang dihasilkan adalah gas amonia (NH_3) [10].

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC (Integrated Circuit), oleh karena itu sering disebut mikrokomputer chip tunggal. ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (*System on Chip*) yang terintegrasi dengan WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2 dan berbagai periferal. ESP32 merupakan chip yang cukup lengkap, memiliki mikroprocessor, penyimpanan dan akses ke GPIO (*General Input Output*) [11].

2.3 Sensor

Sensor adalah salah satu *transducer* atau pengonversi energi yang bertugas mendeteksi atau menangkap perubahan energi luar yang masuk ke *input* sensor, sehingga perubahan daya energi yang ditangkap segera terarah. pada bagian konverter yang diubah menjadi energi, yaitu listrik [12]. Dalam sistem kendali dan lingkungan robot, sensor memberikan kemiripan seperti mata, pendengaran, hidung, lidah, yang kemudian dikontrol oleh pengontrol seperti otak [12]. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor gas dan sensor pH.

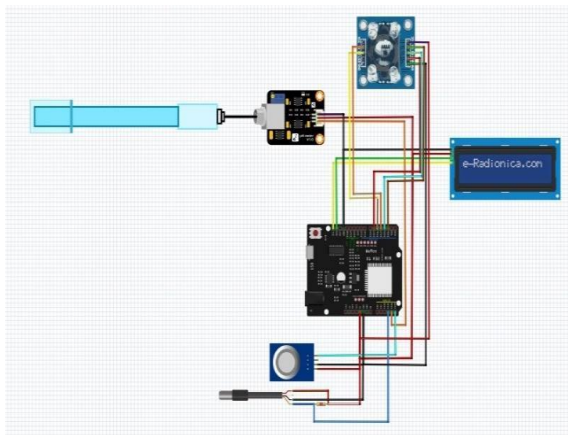
Dalam menentukan nilai error pada hasil deteksi sensor, digunakan formula *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah alat statistik yang digunakan untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan prediksi atau peramalan [13].

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{\frac{x_t - y_t}{x_t}}{n} \times 100\% \quad (1)$$

III. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Alat

Pada rancangan alat berikut, terdapat beberapa komponen yang saling terhubung sehingga dapat berjalan sesuai dengan fungsi dari komponen tersebut. Adapun rancangan alat dapat dilihat pada gambar 1.

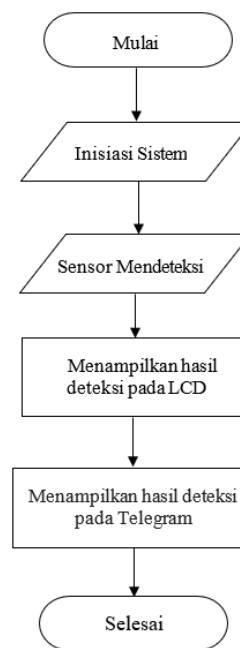


Gambar 1. Rancangan Alat Deteksi

Pada gambar 1 diatas, LCD berfungsi sebagai modul untuk menampilkan data pH susu, nilai sensor gas, nilai suhu dan warna RGB susu formula. Breadboard berfungsi sebagai board untuk menghubungkan komponen yang satu dengan yang lain menggunakan kabel jumper. ESP-32 IoT berfungsi sebagai mikrokontroler untuk memproses data digital dan mengirimkan data tersebut pada Telegram. Sensor gas MQ-135 sebagai sensor untuk mendeteksi gas dan mengetahui perubahan nilai sensor gas apabila didekatkan pada susu formula. Sensor pH SEN0161 sebagai sensor untuk mengamati kadar pH pada suhu formula. Dalam penggunaan sistem, tegangan input yang diberikan yaitu sebesar 5v. Setelah proses perancangan alat telah selesai, maka dilakukan pengujian alat dan pengumpulan data. Pada tahap ini, pengujian dilakukan terhadap susu formula bayi. Untuk mengetahui jangka waktu susu formula bayi masih dapat dikonsumsi dan untuk mengetahui keberhasilan pengiriman data pembacaan sensor ke telegram secara *realtime*.

3.2 Alur Sistem Deteksi

Alur sistem deteksi dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini



Gambar 2. Alur Sistem Deteksi

Alur sistem dalam mendeteksi kesegaran susu sampai hasilnya dikirimkan pada Telegram dapat dilihat pada gambar 2 diatas. Sensor yang akan digunakan sudah terhubung dengan mikrokontroler. Selanjutnya, alat memulai inisialisasi sistem. Setelah inisialisasi sistem, mikrokontroler mulai mendeteksi semua sensor yang terhubung, yaitu sensor pH dan sensor gas. Data dari sensor pH dan sensor gas diolah oleh mikrokontroler dengan ditentukan nilai *threshold* untuk masing-masing data pembacaan sensor untuk menentukan kesegaran susu formula. Data kemudian ditampilkan pada LCD dan dikirimkan pada telegram.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini, objek pengujian merupakan susu formula bayi. Susu formula bayi yang telah diseduh akan dimonitoring perubahan pH, warna dan gas. Terdapat 4 sensor yang digunakan untuk menguji jangka waktu berapa susu formula bayi masih layak untuk dikonsumsi.

4.1 Pengujian sensor pH

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur pH susu formula bayi menggunakan sensor pH. Data pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian sensor pH

Waktu (Jam)	Nilai sensor pH	pH meter	Error (%)
0	7,65	7,8	1,92
1	7,35	7,4	0,67
2	7,15	7,2	0,69
3	6,80	6,7	1,49
4	6,44	6,4	0,6
5	6,29	6,2	0,14
6	6,16	6,1	0,9
7	6,07	5,9	2,88

Dapat dilihat pada Tabel 1 setelah dilakukan pengujian, terdapat perbedaan antara pengukuran dengan sensor pH dan pH meter. Diperoleh rata-rata eror dari pengujian sensor pH adalah 1.31%. Nilai persentase error dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{x_t - y_t}{x_t} \times 100\%$$

$$= \frac{10,727}{8} \times 100\%$$

$$= 1.340 \%$$

Pada tabel 1 diatas, dapat dilihat bahwa pH susu dari 0 jam sampai 7 jam mengalami penurunan nilai pH. Saat 4 jam, pH susu berada dibawah 6,5, yaitu berada pada nilai 6,44 dimana nilai ini menunjukkan pH susu berubah menjadi asam. Saat pH susu berubah menjadi asam, maka susu sudah tidak dapat dikonsumsi.

4.2 Pengujian sensor Gas

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan sensor gas MQ-135 yang dapat mendeteksi gas amonia. Data pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian sensor Gas

Waktu (Jam)	Nilai sensor gas (ppm)	Nilai V _{out} (V)
0	27	0.48
1	27	0.48
2	28	0.52
3	29	0.54
4	30	0.55
5	36	0.6
6	38	0.62
7	41	0.67

Pada tabel 2 ditunjukkan nilai mengenai korelasi antara nilai pembacaan kadar gas

ammonia dengan tegangan keluaran. Pada grafik terdapat nilai $y = 0.0186x + 0.0436$ yang merupakan model dari regresi power antara variabel Volt dan PPM. Dan dari tabel 2, berdasarkan datasheet sensor MQ135 yang merupakan sensor resistif, semakin tinggi nilai PPM yang dihasilkan maka nilai tegangan yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Dapat dilihat, setelah 5 jam, terjadi peningkatan nilai gas sensor yang cukup signifikan.

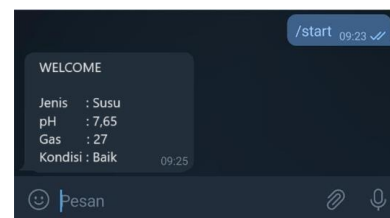
Tabel 3. Hasil Deteksi Sensor

Waktu (Jam)	Nilai sensor pH	Nilai sensor gas	Hasil klasifikasi
0	7,65	27	Susu baik
1	7,35	28	Susu baik
2	7,15	28	Susu baik
3	6,80	29	Susu baik
4	6,44	30	Susu basi
5	6,29	36	Susu basi
6	6,16	38	Susu basi
7	6,07	41	Susu basi

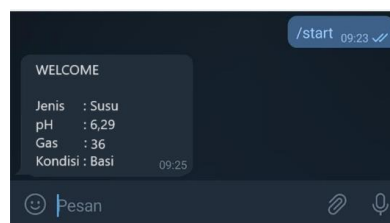
Pada pengujian sensor diatas, yang memberikan respon awal dalam mendeteksi pembusukan susu adalah sensor pH. Dimana sensor pH menunjukkan nilai pH sebesar 6,44 pada jam ke 4. Berdasarkan standar nilai pH, untuk $pH < 6,5$ maka larutan tersebut bersifat asam. Sensor gas memberikan respon dgn peningkatan nilai yang cukup signifikan pada jam ke 5. Sehingga dalam pembusukan susu, perubahan nilai yang paling cepat memberi informasi lalu diikuti dengan munculnya gas.

4.3 Pengujian dengan bot Telegram

Hasil pembacaan sensor yang digunakan, dikirimkan oleh ESP32 pada telegram menggunakan jaringan WiFi, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 3. Tampilan notifikasi pada Telegram saat kondisi susu baik



Gambar 4. Tampilan notifikasi pada Telegram saat kondisi susu basi

V. KESIMPULAN

1. Pada penelitian ini telah dibuat rancang bangun suatu alat pendeteksi kesegaran susu formula bayi berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan sensor pendukung seperti sensor pH dan sensor gas. Dari hasil pengujian fungsional, alat ini berfungsi dengan baik pada kondisi tegangan input 5v. Output dari sensor juga dapat dilihat pada LCD dan bot Telegram.
2. Dari pengujian menggunakan sensor pH dan sensor gas, diperoleh hasil yaitu sensor pH mendeteksi bahwa susu formula bayi yang didiamkan selama 4 jam menunjukkan nilai pH sebesar 6,44, dimana nilai tersebut menunjukkan susu bersifat asam. Sedangkan untuk sensor gas, terjadi perubahan nilai yang cukup signifikan dari nilai awal setelah 5 jam susu didiamkan pada kondisi udara bebas, yaitu dengan nilai awal sebesar 27 dan setelah 5 jam, nilai yang ditunjukkan oleh sensor gas menjadi 36.
3. Notifikasi hasil pembacaan sensor berhasil dikirimkan oleh ESP32 pada telegram menggunakan jaringan WiFi secara *realtime*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang atas dana hibah pada Penelitian Dosen Pemula 2023 sehingga penelitian dapat dilaksanakan.

REFERENSI

- [1] Republik Indonesia, Undang-undang No.7 tahun 1996 tentang bahan pangan.
- [2] Dwindi, Susu Formula, EGC. Jakarta. 2010
- [3] Pudjiadi, S. 2002. Ilmu Gizi Klinis pada Anak. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- [4] Anand, Sridhar. Characterisation of Gas Sensor Array for Milk Spoilage and Diseases Detection. International Journal of Electronics, Electrical and Computational System IJEECS ISSN 2348-117X Volume 7.
- [5] Richard, R. Hidayat, A. Amaliah, I. Puspita, Alat Deteksi Kelayakan Susu Formula Bayi Berbasis Mikrokontroler, Jurnal Aplikasi Teknik dan Sains, Vol.2 No.1, 2020.
- [6] D. A. Novy, W. Slamet, Pendeteksi Susu Basi dengan Sensor ph dan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler. e-Jurnal Spirit Pro Patria Volume 1 Nomor 1 April 2015.
- [7] Khasanah, ASI atau Susu Formula Ya ?. Panduan Lengkap Seputar ASI dan Susu Formula. Jogjakarta, 2011.
- [8] Suririnah, Buku Pintar Kehamilan dan Persalinan. Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama, 2009
- [9] Saleh, Eniza, Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak, Jurnal Ilmiah, Sumatera Utara, USU Digital Library, 2014.
- [10] H. Wiranata, S. Hardienata, A. Prajuhana, Model Pendeteksi Kelayakan Susu dan Yoghurt Menggunakan Sensor pH dan Mikrokontroler ATmega 328, 2016.
- [11] Suminto, Elektronika Industri, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2001.
- [12] Rusmandi, Dedy, Mengenal Komponen Elektronika, Bandung, Penerbit Pionir Jaya. 2011.
- [13] J. I. Matematika, MATH unesa, vol. 6, no. 2, pp. 70–74, 2018.