

SISTEM PERINGATAN DINI KONDISI KESEHATAN SISWA MELALUI PENGUKURAN DETAK JANTUNG DAN SUHU TUBUH MENGGUNAKAN SENSOR MLX90614, SENSOR MAX30100 DAN SMS GATEWAY DI SMAN 6 CIMAH

Tantri Dwiyanti¹, Ardelia Astriany Rizky²

^{1,2}Program Studi Teknik Komputer

^{1,2}Politeknik Pikes Ganesha

E-mail: tanridwi25803@gmail.com, ardelia.astriany@gmail.com

ABSTRACT

As awareness of the importance of health in supporting effective learning processes at school increases, a physical condition monitoring system becomes crucial. This research aims to design and implement an early warning system capable of proactively monitoring students' health conditions. The system integrates a MAX30100 sensor to measure heart rate and blood oxygen saturation (SpO_2), and an MLX90614 sensor for non-contact body temperature measurement. Data from both sensors will be processed by a microcontroller to identify anomalies. If one or more of a student's health parameters are detected to be outside the predetermined normal range, the system will automatically send a notification containing the student's health data via an SMS Gateway to school authorities, such as homeroom teachers. This mechanism ensures a quick response to students' health issues within the school environment. The test results show that this early warning system is effective and reliable for accurately monitoring health. The implementation of this system is expected to improve the effectiveness of health monitoring in schools and provide a sense of security to parents.

Keywords: MAX30100 Sensor, MLX90614 Sensor, SMS Gateway

ABSTRAK

Seiring meningkatnya kesadaran akan pentingnya kesehatan dalam menunjang efektivitas proses belajar di sekolah, sistem pemantauan kondisi fisik menjadi krusial. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem peringatan dini yang mampu memantau kondisi kesehatan siswa secara proaktif dan *real-time*. Sistem ini mengintegrasikan sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah (SpO_2), serta sensor MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh secara *non-contact*. Data dari kedua sensor diproses oleh mikrokontroler untuk mengidentifikasi anomali. Jika satu atau lebih parameter kesehatan siswa terdeteksi berada di luar rentang normal, sistem secara otomatis akan mengirimkan notifikasi berupa pesan singkat (SMS) yang berisi data kesehatan siswa melalui *SMS Gateway* kepada pihak terkait, seperti wali kelas, serta motor servo tidak akan membuka pintu ruangan. Mekanisme ini memastikan respons cepat terhadap masalah kesehatan siswa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem peringatan dini ini efektif dan dapat diandalkan untuk memantau kesehatan secara akurat. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pemantauan kesehatan di sekolah, serta memberikan rasa aman kepada orang tua dan pihak sekolah.

Kata Kunci: Sensor MAX30100, Sensor MLX90614, SMS Gateway

PENDAHULUAN

Keberhasilan proses pendidikan sangat dipengaruhi oleh kesehatan dan kesejahteraan siswa. Kondisi kesehatan yang optimal memungkinkan siswa untuk lebih

mudah berkonsentrasi, meningkatkan kinerja akademik, dan tidak ragu berpartisipasi dalam setiap kegiatan sekolah. Sebaliknya, masalah kesehatan yang tidak terdeteksi sejak dini berpotensi menghambat proses pembelajaran. Mengingat adanya interaksi intensif di lingkungan sekolah memicu resiko terhadap penularan penyakit, sehingga pemantauan kondisi kesehatan sangat penting dilakukan.

Hambatan serius sering kali terjadi dalam upaya pemantauan kesehatan siswa di lingkungan sekolah. Metode konvensional, seperti pemeriksaan kesehatan secara manual atau informasi langsung dari siswa, cenderung kurang efisien karena tidak memberikan data yang akurat secara *real-time* (Hasan et al., 2024). Selain itu, keterlambatan informasi antara pihak sekolah dan siswa berpotensi menghambat penanganan medis yang diperlukan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, peluang untuk menciptakan solusi yang lebih efisien kini terbuka lebar. Pemanfaatan teknologi sensor biomedis dan sistem komunikasi otomatis menawarkan metode baru untuk mengurangi resiko kesehatan. Sensor yang digunakan adalah MAX30100, yang berfungsi untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen (*SpO2*), serta MLX90614 digunakan untuk pengukuran suhu tanpa sentuhan, merupakan komponen ideal untuk mengumpulkan data vital siswa secara akurat (HUTAHAEAN, 2024). Integrasi sensor-sensor ini memungkinkan sebuah sistem pemantauan kesehatan otomatis dapat dibangun.

Sistem ini mengintegrasikan *SMS Gateway* sebagai solusi untuk masalah komunikasi berupa pesan singkat (SMS) otomatis akan dikirimkan kepada wali kelas siswa yang bersangkutan (Sudipa et al., 2023). Notifikasi ini bertujuan untuk memberikan informasi kesehatan siswa secara cepat, sehingga penanganan dapat segera dilakukan.

KAJIAN PUSTAKA

A. Sistem Peringatan Dini Kesehatan

Sistem peringatan dini berfungsi untuk mendeteksi potensi masalah sebelum menjadi kondisi kritis. Dalam konteks kesehatan, sistem peringatan dini sangat penting untuk kelompok rentan seperti siswa, bekerja dengan mengumpulkan data biometrik secara terus-menerus dan *real-time*. Penelitian menunjukkan bahwa fluktuasi detak jantung dan suhu tubuh adalah indikator awal dari berbagai kondisi medis, seperti demam, kelelahan, atau stress(Wijaya & Bernadeta Wuri Harini, 2025). Penggunaan teknologi *non-invasive* memungkinkan pemantauan berkelanjutan tanpa menimbulkan rasa sakit atau ketidaknyamanan, sehingga siswa bersedia menggunakannya dalam jangka waktu lama.

B. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak dalam pembuatan proyek elektronik interaktif dengan menjalankan kode program yang di upload melalui software Arduino IDE(Ridwan et al., 2023). Arduino Uno memiliki port USB yang digunakan untuk menghubungkan ke komputer, dan menyediakan daya. Papan ini dilengkapi 14 pin digital dan 6 pin analog yang digunakan untuk

menghubungkan berbagai komponen seperti sensor, motor, dan lain-lain. Mikrokontroler ini juga memiliki port power jack yang memungkinkan papan diberi daya menggunakan adaptor eksternal.

Mikrokontroler ini dapat digunakan untuk berbagai proyek sehingga rancangannya dapat dimodifikasi sedemikian rupa. Antarmuka perangkat lunak yang sederhana dengan bahasa yang didasarkan pada pemrograman C++, memudahkan pengguna dalam membuat proyek.

C. Sensor MLX90614

MLX90614 merupakan sensor yang akan memancarkan energi dalam bentuk radiasi inframerah(Nugraha et al., 2022). Sensor ini dirancang khusus agar pengukuran dapat dilakukan tanpa menyentuh objeknya. *Detector Thermopile* merupakan komponen inti dari sensor ini, yaitu dua buah logam berbeda yang menghasilkan tegangan listrik kecil ketika salah satu ujungnya dipanaskan. Ketika radiasi inframerah dari objek mengenai *thermopile*, maka panas yang diserap akan menyebabkan perubahan suhu, yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang sebanding dengan jumlah radiasi yang diterima. MLX90614 akan mengeluarkan data suhu tubuh dalam bentuk digital yang ditampilkan melalui LCD I2C (*Inter-Integrated Circuit*) sehingga user dapat dengan mudah membaca hasil nilai suhu dari sensor.

D. Sensor MAX30100

MAX30100 menggunakan prinsip *photoplethysmography (PPG)*, dengan menembakkan cahaya inframerah ke kulit (biasanya ujung jari). Saat cahaya menembus pembuluh darah, sebagian cahaya akan diserap oleh darah dan sisa cahaya yang tidak diserap akan dipantulkan kembali dan ditangkap oleh fotodetektor. Jika volume darah di arteri meningkat maka lebih banyak cahaya yang diserap dan yang ditangkap fotodetektor akan berkurang. Sebaliknya, jika volume darah berkurang maka penyerapan cahaya lebih sedikit dan cahaya yang ditangkap fotodetektor lebih banyak. Perubahan intensitas cahaya yang ditangkap fotodetektor ini menghasilkan sinyal listrik analog dalam bentuk gelombang. Gelombang ini dinamakan *photoplethysmography (PPG)*.

E. SMS Gateway

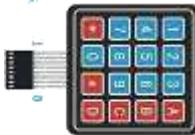
SMS Gateway merupakan sebuah sistem atau perangkat yang digunakan untuk mengirim pesan SMS melalui jaringan seluler. Perangkat ini bertindak sebagai jembatan antara perangkat lunak dan operator seluler. Dengan aksesibilitas luas karena tidak membutuhkan koneksi internet, penerima akan tetap menerima pesan yang dikirimkan. Dalam sistem ini, *SMS Gateway* berfungsi sebagai mekanisme notifikasi yang andal dan cepat.

F. Komponen

Pemahaman terhadap setiap fungsi komponen penting untuk dilakukan. Tujuannya agar memungkinkan arduino berinteraksi dengan komponen, baik untuk membaca sensor, maupun mengendalikan gerakan mekanis sehingga mampu

menciptakan sistem peringatan dini kondisi kesehatan siswa yang efektif(Husni et al., 2025). Diperlukan perancangan yang terstruktur mencangkup komponen perangkat keras dan lunak agar saling terintegrasi. Berikut fungsi setiap komponen dalam Sistem Peringatan Dini Kondisi Kesehatan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Fungsi komponen

Komponen	Gambar	Fungsi Utama
Arduino Uno		Mikrokontroler yang mengendalikan komponen lain.
MAX30100		Mengukur denyut jantung (<i>heart rate</i>) dan kadar oksigen dalam darah (<i>SpO2</i>)
MLX90614		Mengukur suhu tubuh tanpa menyentuh sensor.
SIM800L		Mengirim SMS berisi data kesehatan.
LCD I2C		Menampilkan informasi teks berisi data sensor, dan instruksi.
Servo Motor		Mengerakkan pintu agar terbuka.
Keypad		Memungkinkan siswa memasukkan data seperti ID.
Resistor		Pembatas arus listrik untuk melindungi komponen lain dari kerusakan.
Kapasitor		Menstabilkan tegangan, terutama untuk modul SIM800L saat mengirim SMS.

Komponen	Gambar	Fungsi Utama
Kabel Jumper		Menghubungkan semua komponen pada Arduino dan antar komponen.

Manfaat penggunaan sensor dalam sistem peringatan dini :

1. Deteksi dini masalah kesehatan

Sensor secara terus-menerus akan memantau suhu tubuh dan detak jantung. Jika data melewati batas normal, sistem akan secara otomatis memberi peringatan. Hal ini sangat berguna untuk mendeteksi kelelahan berlebihan, demam

2. Pemberian notifikasi cepat dan tepat

Manfaat utama dari penggunaan *SMS Gateway* adalah kemampuannya dalam mengirim notifikasi cepat dan tepat kepada wali murid. Pemberitahuan yang cepat ini memungkinkan wali murid untuk segera mengambil tindakan, seperti menjemput anak atau memberikan penanganan awal yang diperlukan, tanpa adanya keterlambatan yang signifikan.

3. Efisiensi dan efektivitas monitoring

Dibandingkan dengan metode manual, sistem ini bekerja lebih efisien. Tidak diperlukan intervensi manusia untuk setiap pengukuran. Data yang dikumpulkan dan dianalisis secara otomatis akan mengurangi beban kerja staf sekolah.

4. Basis data untuk analisis kesehatan

Sistem ini tidak hanya memberikan peringatan, tetapi juga sarana pengumpulan data kesehatan siswa dari waktu ke waktu. Data ini dapat menjadi aset berharga bagi sekolah untuk menganalisis pola penyebaran penyakit, yang dapat digunakan untuk perencanaan dan tindakan pencegahan di masa depan.

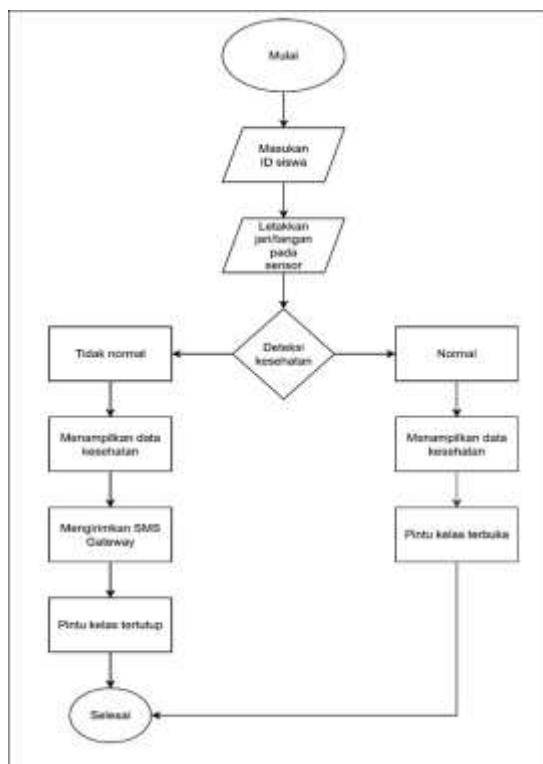
METODE/ ANALISIS PERANCANGAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data(Waruwu, 2023). Sistem Peringatan Dini Kondisi Kesehatan menggunakan metode penelitian kuantitatif karena sistem ini berfokus pada data numerik, yaitu pengukuran suhu tubuh, detak jantung, dan kadar oksigen dalam darah (*SpO2*)(Adrian et al., 2021). Penelitian ini melibatkan pengujian sensor untuk melihat apakah sistem tersebut berjalan dengan baik. Penelitian ini tidak hanya menguji, tetapi juga menciptakan sebuah produk, sistem peringatan dini berbasis sensor dan *SMS Gateway*.

B. Flowchart

Fungsi utama flowchart adalah untuk memetakan alur kerja sistem peringatan dini kesehatan. Pada **Gambar 1** flowchart menunjukkan bagaimana data dikumpulkan, dianalisis, dan menghasilkan peringatan.

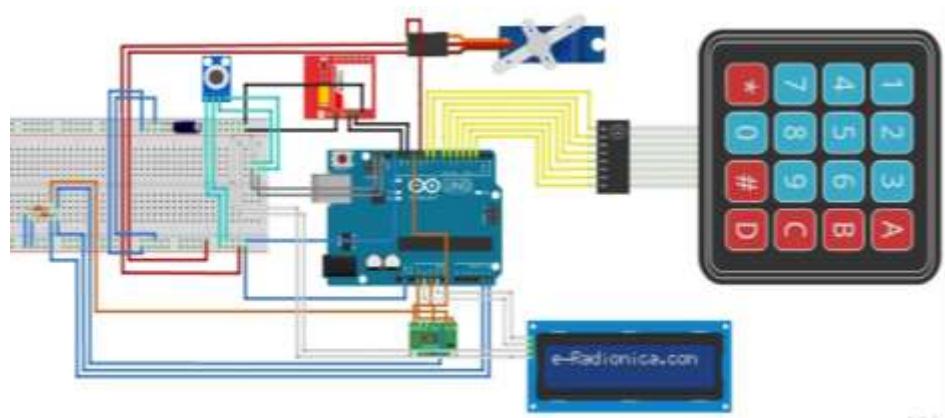


Gambar 1. Alur Flowchart

C. Skema Rangkaian

1. Desain Hardware

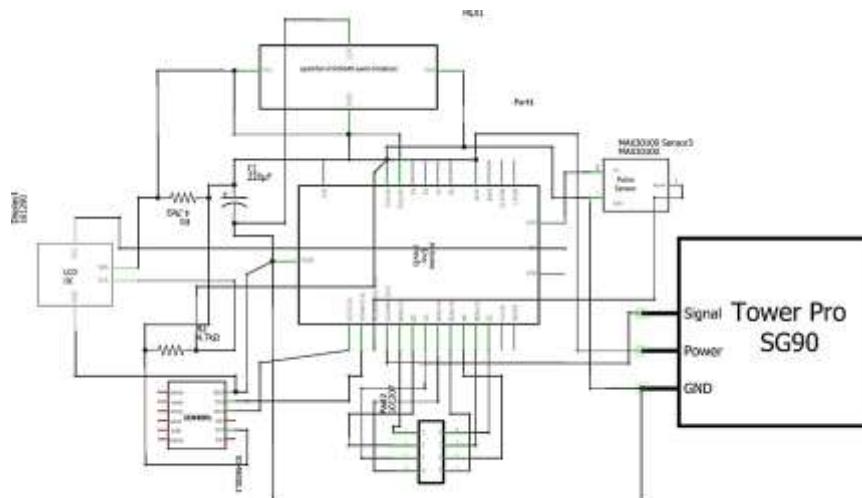
Alat ini dirancang sebagai Sistem Peringatan Dini Kondisi Kesehatan yang mengintegrasikan beberapa komponen utama seperti, Arduino Uno sebagai otak yang memproses input dari keypad, menganalisis deteksi kesehatan oleh sensor, mengontrol pergerakan servo motor, dan menampilkan data pada LCD(Alfonsia Sanci & Astriany Rizky, 2023). Sistem ini menggunakan fritzing yang menyediakan tampilan visual intuitif. Hal ini membantu pengguna untuk memahami koneksi fisik dan menghindari kesalahan saat merakit, seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Desain Hardware

2. Skematik Rangkaian

Fritzing secara otomatis membuat diagram skematik dari desain hardware yang telah dibuat. Hal ini memudahkan simulasi, dan analisis jalur, seperti tegangan, dan arus untuk menemukan komponen jika terjadi kerusakan.



Gambar 3. Skematik Rangkaian

D. Pin Arduino Uno

Setiap pin pada Arduino Uno mempunyai fungsi yang berbeda-beda, dan menghubungkannya ke komponen yang salah dapat menyebabkan kegagalan sistem bahkan mengakibatkan kerusakan pada komponen. Tujuan utama mengenal pin tersebut adalah untuk memastikan koneksi yang benar, memungkinkan komunikasi antara Arduino Uno dan komponen, serta mengontrol fungsionalitas sistem. Sensor MAX30100, MLX90614, dan LCD menggunakan pin SDA sebagai jalur mengirim dan menerima data, serta pin SCL yang berfungsi mengatur kecepatan dan sinkronisasi transfer data. Keypad 4x4 dengan menggunakan pin 2-9 sebagai input ID siswa. Motor servo menggunakan pin PWM (*Pulse Width Modulation*) yang berfungsi mengendalikan pintu untuk sepenuhnya terbuka atau tertutup. SIM800L menggunakan pin TX dan RX sebagai media pengiriman SMS.

Tabel 2. Wiring Pin Arduino

Pin Arduino	Komponen Terhubung	Keterangan
2	Keypad (Row 1)	Input baris keypad.
3	Keypad (Row 2)	Input baris keypad.
4	Keypad (Row 3)	Input baris keypad.
5	Keypad (Row 4)	Input baris keypad.
10	MAX30100 (INT)	Membaca sinyal sensor
11	Servo Motor	PWM untuk mengontrol sudut servo.

Pin Arduino	Komponen Terhubung	Keterangan
12 (TX)	SIM800L (RX)	Mengirim perintah dari Arduino ke modul SIM800L.
13 (RX)	SIM800L (TX)	Menerima respon dari modul SIM800L ke Arduino.
6	Keypad (Column 1)	Input kolom keypad.
7	Keypad (Column 2)	Input kolom keypad.
8	Keypad (Column 3)	Input kolom keypad.
9	Keypad (Column 4)	Input kolom keypad.
A4/A5	MAX30100	Serial Data/Serial Clock
SDA/SCL	MLX90614, LCD I2C	Serial Data/Serial Clock

E. Software

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler. Perangkat lunak ini menyediakan library, dan contoh program sederhana yang memudahkan pengembangan alat. Arduino IDE berfungsi sebagai sarana komunikasi antara komputer dengan komponen. Penggunaan bahasa pemrograman C membuat Arduino IDE lebih banyak di akses karena mudah di pahami oleh pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sistem

Berdasarkan gambar di bawah, perancangan sistem menggunakan komponen LCD I2C sebagai output yang memberikan tampilan awal berupa intrupsi sebelum siswa melakukan absensi. Kemudian ketika berhasil melakukan absensi maka data siswa akan ditampilkan pada LCD.



Gambar 4. Tampilan Awal Absensi



Gambar 5. Absensi Berhasil

Pendeteksian denyut jantung dan kadar oksigen dalam darah (*Spo2*) oleh MAX30100, serta pengukuran suhu tubuh non-kontak menggunakan MLX90614 dapat dilakukan setelah absensi berhasil dilakukan. Data yang diperoleh akan ditampilkan melalui LCD I2C.



Gambar 6. Deteksi Kesehatan

Jika parameter kesehatan siswa terdeteksi berada pada rentang normal yang telah ditetapkan, maka servo akan bergerak untuk membuka pintu ruang kelas. Hal ini menunjukkan siswa dalam keadaan sehat dan mampu untuk melakukan pembelajaran di sekolah

```
20:31:34.848 -> Kondisi normal! Servo bergerak ke 90 derajat.
20:31:34.924 ->
20:31:34.924 -> === HASIL AKHIR PENGUKURAN ===
20:31:34.927 -> ID Siswa: 1234
20:31:34.946 -> Nama Siswa: Andi
20:31:34.946 -> Wali Kelas: Bu Siti
```

Gambar 7. Kondisi Kesehatan Normal

Tabel 3. Batas Normal Sensor

Parameter	Batas Normal	Batas Terendah (Abnormal)	Batas Tertinggi (Abnormal)
Suhu Tubuh	36.0°C - 37.5°C	< 36.0°C	> 37.5°C
Denyut Jantung (Saat Istirahat)	60 - 100 bpm	< 60 bpm	> 100 bpm
Kadar SpO2	≥ 95% - ≤ 100%	< 95%	> 100%

Dengan mengintegrasikan SIM800L ke dalam rangkaian, memungkinkan sistem untuk mengirimkan data kepada pihak lain. Jika data yang diperoleh dari kedua sensor berada di luar rentang normal yang telah ditetapkan, sistem akan secara otomatis mengirimkan notifikasi SMS berisi data kesehatan siswa melalui *SMS Gateway* kepada pihak terkait seperti wali kelas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

```
20:24:40.117 -> > ALERT! Abnormal health condition for student Budi (ID: 5678). T
20:24:44.280 ->
20:24:44.280 -> === HASIL AKHIR PENGUKURAN ===
20:24:44.314 -> ID Siswa: 5678
20:24:44.314 -> Nama Siswa: Budi
```

Gambar 8. Kondisi Abnormal

Tidak hanya dikirimkan melalui SMS, data yang diperoleh juga dapat ditampilkan pada serial monitor aplikasi Arduino IDE, seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 9**.



```
20:24:44.382 -> -----
20:24:44.448 -> Detak Jantung: 0 bpm
20:24:44.448 -> SpO2: 0%
20:24:44.482 -> Suhu: 29.8C
20:24:44.482 -> -----
-----
```

Gambar 9. Hasil Pengukuran

Pesan yang diterima oleh walikelas berisi data siswa seperti ID, dan nama siswa, kemudian dilanjutkan dengan data kesehatan siswa

**Gambar 10.** Notifikasi SMS

B. Uji Komponen

Uji komponen penting dilakukan untuk memastikan setiap bagian perangkat berfungsi dengan benar, dan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Proses ini merupakan langkah krusial dalam pengembangan projek sehingga dapat mencegah kegagalan sistem dan memastikan komponen memenuhi standar kualitas.

1. LCD dikatakan berfungsi ketika berhasil menampilkan teks yang diperintahkan. Hal ini terjadi ketika tampilan visual muncul dengan jelas, tanpa ada karakter yang hilang seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 11**.

**Gambar 11.** LCD I2C

2. Keypad berfungsi ketika setiap karakter atau nilai yang ditekan pada tombolnya dapat dikirimkan dengan benar pada mikrokontroler atau dapat ditampilkan pada media informasi seperti LCD.



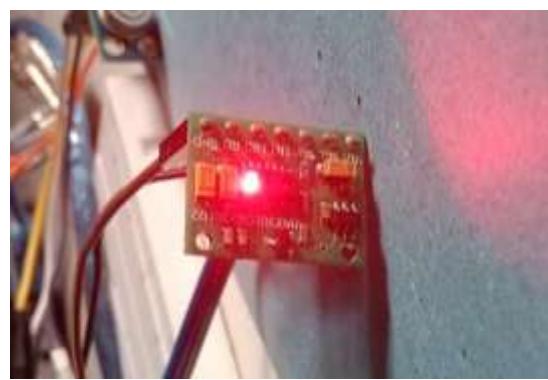
Gambar 12. Input Keypad

3. MLX90614 berfungsi ketika sensor berhasil mendeteksi suhu tubuh suatu objek, dan berubah sesuai suhu objek yang diarahkan pada sensor. Nilai tersebut dapat ditampilkan melalui LCD.



Gambar 13. MLX90614

4. Indikator sensor MAX30100 dikatakan berfungsi ketika lampu LED yang ada pada sensor menyala dengan cahaya merah yang dihasilkan seperti yang terlihat pada **Gambar 14**.



Gambar 14. MAX30100

5. Seperti halnya sensor MAX30100, modul SIM800L juga mempunya indikator berupa LED yang akan menyala saat sensor diaktifkan. Perbedaan indikator pada SIM800L adalah LED yang menyala akan berkedip setiap 30 detik sekali baru modul SIM800L dapat digunakan untuk mengirim pesan.



Gambar 15. SIM800L

6. Sevo berfungsi ketika motor dapat bergerak secara akurat ke sudut yang diperintahkan. Pada sistem ini motor servo bergerak membuka pintu, seperti yang ditampilkan pada **Gambar 16.**



Gambar 16. Motor Servo

C. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mengintegrasikan berbagai komponen untuk menciptakan pemantauan kesehatan yang efektif. Sensor MAX30100 dan MLX90614 berfungsi mengumpulkan data vital untuk mengidentifikasi indikasi awal masalah kesehatan. LCD I2C dan keypad berperan sebagai antarmuka yang memungkinkan interaksi langsung antara siswa dan sistem. LCD menampilkan hasil pengukuran, sementara keypad digunakan sebagai media input ID siswa.



Gambar 17. Prototype

Komponen penting dalam sistem ini adalah sms gateway sebagai output yang mengirimkan notifikasi data kesehatan. Notifikasi ini memastikan respon cepat dan tepat, tanpa bergantung pada kesettersediaan koneksi internet pada perangkat penerima. Penggunaan motor servo dengan presisi kontrol yang akurat dapat mengendalikan pintu ruangan untuk sepenuhnya terbuka atau tertutup

Pengujian ini bertujuan untuk menguji keandalan sistem dalam mengirimkan data nama yang diinput. Tujuan dengan menguji 5 data nama adalah untuk melihat apakah sistem tetap stabil setelah pengiriman beberapa data secara berturut-turut. Ini penting untuk memastikan bahwa sistem tidak mengalami error atau kegagalan saat digunakan secara berulang.

Tabel 3.Data Siswa

ID	Nama Siswa	Nama Guru	No. Telp
1234	Andi	Bu Siti	+6283153336382
5678	Budi	Pak Joko	+6283856222838
9090	Rani	Bu Hana	+62895334121736
1122	Dedi	Bu Siti	+6283853135498
3344	Eka	Pak Joko	+6283153336382

KESIMPULAN

Ide menciptakan sistem peringatan dini kondisi kesehatan ini tercetus dari banyaknya kasus penyakit yang terlambat ditangani terutama di lingkungan sekolah yang merupakan tempat dengan banyaknya interaksi. Secara keseluruhan, dengan integrasi yang terpadu antara sensor, antarmuka, dan sistem notifikasi, alat ini tidak hanya mampu mendeteksi masalah kesehatan, tetapi juga menjembatani komunikasi yang efisien antara sekolah, orang tua, dan siswa. Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik jika sistem mendeteksi anomali terhadap kondisi fisik siswa. Penggunaan sensor MAX30100 dan sensor MLX90614 dipilih karena memiliki akurasi tinggi terhadap pengukuran suhu tubuh, denyut jantung, dan kadar oksigen dalam darah (SpO_2) tanpa melakukan kontak fisik secara langsung. Data kesehatan hanya akan diperoleh dan ditampilkan melalui LCD jika siswa telah berhasil melakukan absensi melalui keypad 4x4. Dengan menggunakan SMS Gateway sebagai media informasi, wali kelas tidak hanya menunggu siswa melaporkan keluhannya, tetapi notifikasi kesehatan akan langsung didapatkan ketika kondisi siswa dinyatakan tidak normal. Keunggulan menggunakan SMS Gateway adalah notifikasi akan tetap diterima walaupun perangkat tujuan tidak terkoneksi internet. Sistem ini memberikan respons yang cepat dan akurat sehingga dapat mencegah kondisi kesehatan siswa semakin memburuk. Dengan demikian, alat ini secara signifikan meningkatkan lingkungan belajar yang lebih aman, sekaligus dapat menjadi landasan bagi pengembangan sistem peringatan dini kesehatan di masa mendatang seperti penerapan serupa di lingkungan masyarakat secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

Website:

- Adrian, M. A., Widiarto, M. R., & Kusumadiarti, R. S. (2021). Health Monitoring System dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT). *J. Petik*, 7(2), 108–118.
- Alfonsia Sanci, M., & Astriany Rizky, A. (2023). Perancangan Kunci Pintu Otomatis Pada Ruang Sentral Telekomunikasi (Sto) Di Telkom Menggunakan Solenoid Door Lock Dan Touch Sensor Berbasis Arduino Uno. *INFOKOM (Informatika & Komputer)*, 10(2), 60–73. <https://doi.org/10.56689/infokom.v10i2.967>
- HUTAHAEAN, Y. (2024). *RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR DETAK JANTUNG, SATURASI OKSIGEN, DAN SUHU TUBUH BERBASIS ARDUINO*. Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Nugraha, G., Purnama, T. A., & Rizky, A. A. (2022). Rancang Bangun Alat Handrub Otomatis Dan Cek Suhu Tubuh Terhubung Ke Telegram Di Puskesmas Sawahlega. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 10–21. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2167>
- Waruwu, M. (2023). Pendekatan penelitian pendidikan: metode penelitian kualitatif, metode penelitian kuantitatif dan metode penelitian kombinasi (Mixed Method). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 2896–2910.
- Wijaya, F. A., & Bernadeta Wuri Harini. (2025). Sistem Monitoring Tingkat Stres Tubuh Manusia berdasarkan Suhu Tubuh, Konduktivitas Kulit, dan Detak Jantung Berbasis IoT (Internet of Things). *Prosiding Seminar Nasional KONSTELASI*, 2(1), 146–158. <https://doi.org/10.24002/prosidingkonstelasi.v2i1.10916>

Buku satu penulis:

- Hasan, M., Kom, S., & Kom, M. (2024). *Penerapan Sistem Informasi Berbasis AI untuk Analisis Data Real-time*. Takaza Innovatix Labs.

Buku lebih dari tiga penulis:

- Husni, M., Figo, S., Fadhilah, A. F., & Tampubolon, A. P. Y. (2025). *Teknologi IoT*. Penerbit Andi.
- Ridwan, A., Wulandari, R., Sepriano, S., Fahrurrozi, M., Darpono, R., & Kharisma, L. P. I. (2023). *Belajar Dasar Mikrokontroler Arduino: Teori & Praktek*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Sudipa, I. G. I., Rahman, R., Fauzi, M., Pongpalilu, F., Setiawan, Z., Huda, M., Kusuma, A. S., Putra, D. M. D. U., Burhan, M. I., & Anzani, Y. M. (2023). *Penerapan Sistem Informasi di Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.