



# Pemantauan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Berbasis IoT dan Terintegrasi *ThingSpeak*, SMS dan *Telegram*

Tiffany Michelle Jeniffer Kulona<sup>a</sup>, Handy Indra Regain Mosey<sup>a\*</sup>, Verna Albert Suoth<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Fisika, F, Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

## KATA KUNCI

IoT  
suhu tubuh  
detak jantung  
*smart healthcare*

## ABSTRAK

*Internet of Things* (IoT) memungkinkan komunikasi dan operasi bersama berbagai perangkat elektronik dan komputer dan berbagi data ke internet seperti konsep *smart healthcare*. Pandemi global COVID-19 telah memicu inovasi sistem IoT untuk menjawab kebutuhan informasi medis dan kesehatan yang akurat, terintegrasi, cepat dan mudah diakses seperti memantau tanda-tanda vital seseorang, terutama suhu tubuh dan detak jantung. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat berbasis IoT yang berfungsi untuk memantau kedua tanda vital dengan mengintegrasikan modul-modul mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan GSM SIM900A. Suhu tubuh diukur menggunakan sensor suhu DS18B20, sedangkan detak jantung menggunakan sensor denyut nadi SEN-11574. Konektivitas Wi-Fi memastikan transmisi data sensor ke aplikasi *Telegram* dan sistem *Short Message Service* (SMS). Hasil penelitian menunjukkan keterbacaan *node sensor* pada parameter, transferabilitas data ke platform *ThingSpeak* dan kemampuan sistem IoT untuk mengaktifkan peringatan pemberitahuan melalui teks SMS dan obrolan *Telegram* jika orang yang dipantau memiliki nilai suhu tubuh abnormal dan/atau detak jantung di bawah 60 denyut per menit (bpm) atau di atas 100.

## KEYWORDS

IoT  
body temperature  
heart rate  
*smart healthcare*

## ABSTRACT

*Internet of Things* (IoT) enables communication and interoperation of various electronic devices and computers and sharing data to the internet as in the *smart healthcare* concept. The global pandemic COVID-19 has sparked IoT system innovation to meet the needs for accurate, integrated, quick, and accessible medical and healthcare information such as monitoring a person's vital signs, especially body temperature and heart rate. This research was aimed to design an IoT-based device to monitor body temperature and heart rate using microcontroller modules NodeMCU ESP8266 and GSM SIM900A. The body temperature was measured using temperature sensor DS18B20, while the heart rate using a pulse sensor SEN-11574. The Wi-Fi connectivity ensured transmission of sensor data to *Telegram* application and *Short Message Service* (SMS) system. Results showed sensor nodes' readability on the parameters, data transferability to *ThingSpeak* platform and the IoT system's ability to activate notification alerts via SMS texts and *Telegram* chats if the monitored person had an abnormal body temperature value and/or heart rate below 60 beats per minutes (bpm) or above 100.

## TERSEDIA ONLINE

01 Februari 2024

## Pendahuluan

*Internet of Things* (IoT) adalah revolusi teknologi yang merepresentasikan masa depan komputasi dan komunikasi, dan perkembangannya bergantung pada inovasi teknis yang dinamis di

sejumlah bidang penting, mulai dari sensor nirkabel hingga teknologi nano. IoT akan menandai setiap obyek untuk mengidentifikasi, mengotomatisasi, memantau, dan mengendalikan (Madakam, S dkk., 2015). IoT memperluas komunikasi antara manusia dan aplikasi untuk

\*Corresponding author:

Email address: hirmosey@unsrat.ac.id

Published by FMIPA UNSRAT (2023)

mengintegrasikan berbagai hal di dalamnya (Aggarwal, R dan M.L Das., 2012) IoT telah berkembang pesat dalam tiga dekade terakhir di berbagai sektor seperti keamanan rumah, pertanian, kontrol industri, perawatan kesehatan, dan lain-lain (Baig, M.M dan H. Gholamhosseini., 2013). (Patil S dan S.Pardeshi., 2018).

Implementasi IoT untuk layanan kesehatan pintar diproyeksikan akan menjadi dominan. Selama pandemi global Covid-19, banyak orang meninggal karena informasi yang tidak tepat tentang kesehatan dan keterlambatan informasi kesehatan mereka (Drake., 2021). Menjawab tantangan data dan informasi kesehatan masa depan, teknologi IoT dapat dengan cepat memberitahukan secara tepat waktu masalah yang berkaitan dengan kesehatan melalui penggunaan sensor (Salahuddin, dkk., 2018) (Javaid, M dan I. H Khan., 2021). Keterbatasan layanan kesehatan dapat sangat terbantu dengan implementasi IoT dalam perawatan medis, seperti mengurangi biaya perawatan, kesalahan manusia, administrasi, rekam medis, dan waktu pemrosesan layanan; menghilangkan batasan jarak; meningkatkan deteksi dini penyakit kronis, manajemen perawatan, keselamatan pasien, perawatan medis yang cepat, serta kualitas dan hasil perawatan (Abdulmalek, S. dkk., 2022).

Mengoptimalkan perawatan diri di rumah dengan sistem IoT juga dapat mengurangi kebutuhan kunjungan dokter dan kemungkinan menerima perawatan medis yang tidak perlu atau tidak sesuai di klinik/rumah sakit (Abdulmalek, dkk., 2022). Implementasi IoT untuk pemantauan pasien bukanlah hal yang baru (Patil S dan S.Pardeshi., 2018). Pada tahun 2019, sebuah sistem pemantauan detak jantung dengan implementasi IoT telah dibuat. Sistem ini menggunakan sensor denyut nadi untuk mendeteksi denyut jantung dan menampilkan informasi penting dari detak jantung tersebut ke internet yang dapat diakses melalui ponsel pintar atau personal computer (PC) (Abdullah, S.K., 2019). Di Thailand, Nookhao dkk. (2020) memfasilitasi sistem pemantauan perawatan kesehatan untuk relawan kesehatan masyarakat untuk memeriksa informasi vital anggotanya. Sistem ini menggunakan sensor suhu dan sensor denyut nadi untuk memeriksa suhu tubuh dan denyut nadi. Perangkat ini menggunakan NodeMCU, papan Arduino, LCD untuk menampilkan data pengukuran dan pada saat yang sama, data tersebut dikirim ke Firebase dan ThingSpeak secara real-time. Ketika hasil bacaan data sensor abnormal, sistem akan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Line.

Sistem IoT untuk medis/kesehatan dapat didasarkan pada perangkat nirkabel, perangkat *wearable* (yang dapat dikenakan di tubuh), atau kombinasi keduanya. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk membuat prototipe alat bantu medis/kesehatan yang berpotensi untuk

ditransformasikan menjadi perangkat yang dapat dikenakan secara nirkabel atau terhubung dengan web. Perangkat ini dimaksudkan untuk memungkinkan pelacakan suhu tubuh dan detak jantung pengguna atau pasien secara real-time melalui pemanfaatan Internet of Things (IoT). Implementasinya melibatkan konektivitas IoT nirkabel melalui internet, integrasi dengan aplikasi Telegram, dan komunikasi melalui layanan Short Message System (SMS).

### Komponen Sistem

#### NodeMCU ESP8266

Penelitian ini menggunakan NodeMCU sebagai sistem utama. NodeMCU lebih murah dan memiliki WiFi built-in dari chip Wi-Fi ESP8266. Perangkat seperti sensor dapat dihubungkan melalui GPIO (General Purpose Input Output) dan NodeMCU memiliki 10 pin GPIO yang masing-masing mampu menggunakan PWM, I2C, antarmuka 1-kawat, penyimpanan 4MB dan memori 128 Kb (Abdullah S.K., 2019). Satu-satunya kekurangan modul ini adalah hanya memiliki satu pin analog untuk input analog yang sudah cukup untuk sistem ini.



Gambar 2.1. Modul ESP8266 NodeMCU (Kashyap, M dkk., 2018)

#### Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital terkalibrasi yang dapat mengukur suhu dari  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $+125^{\circ}\text{C}$ . Sensor ini bekerja menggunakan bus 1-kawat untuk berkomunikasi dengan mikroprosesor dan memiliki akurasi  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  pada kisaran suhu  $-10^{\circ}\text{C}$  hingga  $+85^{\circ}\text{C}$ . Penggunaan sensor ini meliputi kontrol suhu menggunakan termostat, sistem industri, produk pelanggan, termometer, dan sistem sensitivitas termal (Maxim Integrated Products. 2019).



Gambar 2.2. Sensor Suhu DS18B20 (Mitra R dan R. Ganiga., 2019).

#### Pulse Sensor

Pulse sensor digunakan untuk mendeteksi denyut nadi atau detak jantung dengan menggunakan teknik *photoplethysmography* di mana ujung jari pengguna ditempatkan pada sensor. Sensor ini memiliki 2 komponen, yaitu LED (light emitting diode) dan sensor cahaya sekitar. Ketika pengguna meletakkan ujung jari mereka pada sensor, cahaya LED memancarkan langsung

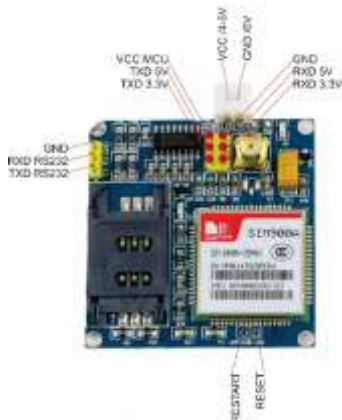
ke pembuluh darah, pembuluh darah akan memiliki aliran darah di dalamnya hanya ketika jantung memompa. Jika ada aliran darah, sensor cahaya sekitar akan menangkap lebih banyak cahaya karena cahaya tersebut akan dipantulkan oleh darah. Perubahan cahaya kecil ini kemudian dianalisis untuk menentukan detak jantung (Hidayanti N dkk., 2020) (Components101., 2018). Penelitian ini menggunakan sensor denyut nadi SEN-11574.



Figure 2.3. Sensor Denyut Nadi (Pulse Sensor) (Mitra R dan R. Ganiga., 2019).

**Modul GSM SIM900A**

Modul SIM900A adalah GSM/GPRS yang digunakan untuk mengirim dan menerima pesan (Adi P.D.P dkk., 2019). Di Indonesia, modul ini menyediakan dukungan untuk sistem komunikasi *dual-band*, yaitu dua frekuensi pada jaringan yang berbeda - 900 MHz (GSM900) dan 1800 MHz (GSM1800) - sehingga modul ini meningkatkan fleksibilitas penggunaan kartu SIM dari berbagai operator seluler (Susilawati H, dkk., 2018). Peran modul GSM SIM900A dalam penelitian implementasi IoT ini adalah untuk mengirimkan informasi dalam bentuk pesan ringkas yang berisi data anomali yang diperoleh dari hasil pemantauan sensor suhu tubuh dan detak jantung. Pesan-pesan ini ditujukan kepada penerima yang dituju (pengguna, pasien, keluarga, dokter, perawat, atau pihak-pihak terkait) melalui layanan SMS.



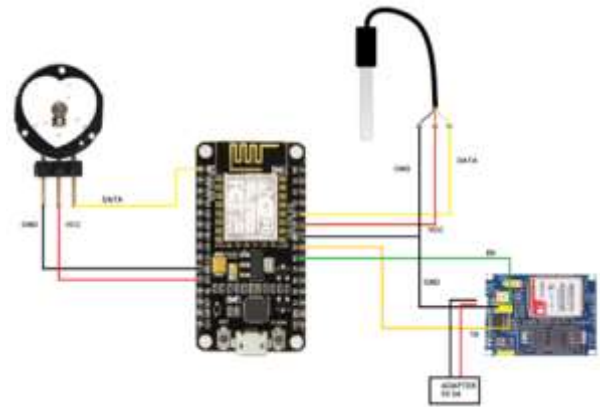
Gambar 2.4. Modul GSM SIM900A (Fawad, 2020)

**Material dan Metode**

**Desain Dan Pengaturan Sistem  
Desain Perangkat Keras**

Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai sistem utama di mana sensor denyut nadi SEN-11574, sensor suhu DS18B20 dan modul GSM SIM900A terhubung dengannya. GSM

SIM900A ditenagai oleh adaptor 5v DC 2A, di mana semua sensor diberi daya oleh NodeMCU 3.3v.



Gambar 3.1. Skema sistem

**Pengaturan Perangkat Lunak  
Arduino IDE**

Arduino IDE adalah perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan arduino (Rangkuti, S 2016). Arduino IDE menyediakan platform terintegrasi yang disederhanakan yang dapat dengan mudah dipasang di hampir semua komputer pribadi dan pengguna dapat menulis program ke papan arduino menggunakan bahasa pemrograman C atau C++ (Ismailov A.S dan Z.B Jo'rayev., 2022). Arduino IDE mendukung berbagai macam board, termasuk board dengan chip ESP8266. NodeMCU merupakan board yang menggunakan chip ESP8266, sehingga Arduino IDE dapat digunakan oleh pengguna untuk memprogram modul NodeMCU.

**Mengatur Pencatatan Data melalui Thingspeak**

ThingSpeak adalah platform API *open-source* berbasis web yang memungkinkan pengguna untuk dapat menyimpan data sensor di dalam *cloud* ThingSpeak. Data yang disimpan di dalam *cloud* kemudian divisualisasikan dengan grafik *spline* di web ThingSpeak. Karena bersifat *open-source*, API ThingSpeak dapat diintegrasikan dengan perangkat keras apa saja termasuk Arduino, Raspberry Pi dan NodeMCU (Maureira, M.A.M dkk., 2014) (Pasha S., 2016). ThingSpeak memiliki *library* yang kompatibel dengan chip ESP8266. Oleh karena itu, sangat mudah untuk berkomunikasi dengan ThingSpeak API dan menyimpan atau membaca data dari *cloud* ThingSpeak. Untuk dapat menggunakan ThingSpeak, diperlukan akun Mathworks atau mendaftarkan akun baru. Masuk ke ThingSpeak.

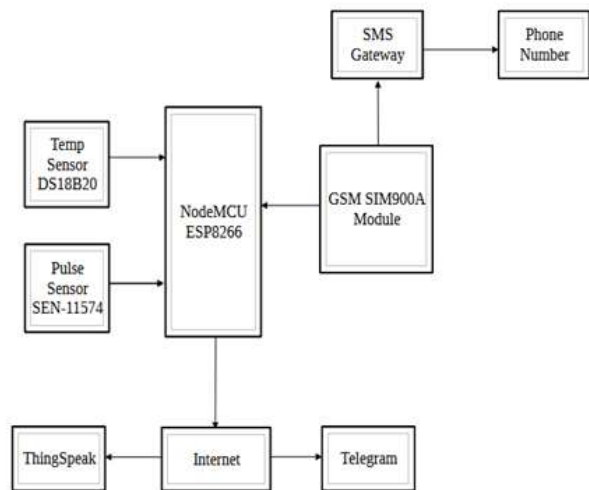
**Mengatur Pemberitahuan melalui Telegram**

Telegram *messenger* adalah aplikasi perpesanan yang populer dan telah banyak digunakan dalam proyek IoT karena adanya fitur Telegram Bot (Candra R.A dkk., 2019) (Muslih M dkk.,2018) (Sanaris A dan I. Suharjo., 2020). Untuk membuat *Bot* Telegram, cari @BotFather dan kirimkan pesan `/start` diikuti dengan `/newbot`.

Setelah itu, ikuti semua langkah yang diperlukan dari @BotFather dan pada akhirnya bot baru akan dibuat dan @BotFather akan memberikan token API untuk berkomunikasi dengan bot.

**Diagram Blok Sistem**

Dari diagram blok (Gambar 3.2), nilai data sensor suhu dan data sensor denyut nadi akan diunggah ke ThingSpeak dan disimpan di sana. Jika nilai pembacaan suhu dan detak jantung berada di atas kondisi normal, sistem akan mengirimkan SMS melalui modul GSM dan aplikasi Telegram kepada pengguna.



Gambar 3.2. Diagram blok sistem penghematannya

**Hasil dan Pembahasan**

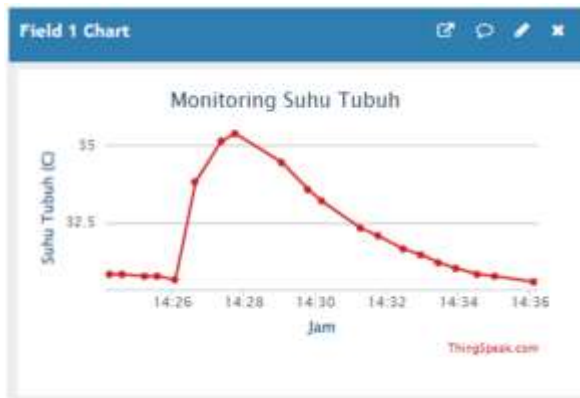
Pada penelitian ini, data suhu tubuh dikumpulkan dalam satu seri selama 12 menit menggunakan sensor suhu DS18B20 dari seorang relawan pada posisi duduk yang tenang, tanpa tanda-tanda penyakit dan kepanikan. Data pengukuran suhu tubuh ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data suhu tubuh relawan diperoleh dari sensor suhu DS18B20

Waktu	Data ke-	Suhu (°C)	Suhu (°F)
2023-07-12T06:24:15+00:00	1	30.81	87.46
2023-07-12T06:24:37+00:00	2	30.81	87.46
2023-07-12T06:25:14+00:00	3	30.75	87.35
2023-07-12T06:25:36+00:00	4	30.75	87.35
2023-07-12T06:26:05+00:00	5	30.63	87.13
2023-07-12T06:26:39+00:00	6	33.81	92.86
2023-07-12T06:27:22+00:00	7	35.13	95.22
2023-07-12T06:27:45+00:00	8	35.38	95.68
2023-07-12T06:29:04+00:00	9	34.44	93.99
2023-07-12T06:29:48+00:00	10	33.56	92.41
2023-07-12T06:30:10+00:00	11	33.19	91.74
2023-07-12T06:31:16+00:00	12	32.31	90.16
2023-07-12T06:31:45+00:00	13	32.06	89.71
2023-07-12T06:32:28+00:00	14	31.63	88.93
2023-07-12T06:32:58+00:00	15	31.44	88.59
2023-07-12T06:33:27+00:00	16	31.19	88.14
2023-07-12T06:33:56+00:00	17	31	87.80
2023-07-12T06:34:33+00:00	18	30.81	87.46
2023-07-12T06:35:02+00:00	19	30.75	87.35
2023-07-12T06:36:07+00:00	20	30.56	87.01

Pengukuran ini dilakukan hanya 1 (satu) kali untuk menguji dan memastikan fungsi rancangan alat. Data suhu tubuh relawan secara otomatis dikirim dengan interval 20 detik dan disimpan ke server ThingSpeak. Data ditampilkan secara visual dalam derajat Celcius (Gambar 4.1) dan derajat Fahrenheit (Gambar 4.2) per satuan waktu (jam).

Pembacaan sensor dimulai pada waktu sensor suhu diaktifkan (data ke-1 hingga ke-5). Suhu yang ditangkap dan dibaca sensor berasal dari kondisi udara dalam ruangan ber-AC tempat relawan menguji. Sedangkan, data ke-6 (33.81°C) hingga ke-8 (35.38°C) yaitu waktu 06:26:39 hingga 06:27:45 adalah saat relawan menggenggam sensor suhu selama 1 (satu) detik sehingga terlihat data suhu naik mengikuti suhu tubuh relawan. Lalu pada data ke-9, sensor suhu kembali dilepas oleh relawan yang menyebabkan penurunan suhu secara perlahan karena menyesuaikan kembali dengan kondisi ruangan ber-AC. Dari hasil pengukuran sensor, suhu tubuh relawan adalah 35.38°C (data ke-8), yaitu data dengan nilai suhu tubuh tertinggi. Ini dapat dipengaruhi oleh kondisi suhu ruangan ber-AC di mana relawan melakukan pengujian alat.



Gambar 4.1. Data grafis suhu tubuh relawan (°C)



Gambar 4.2. Data grafis suhu tubuh relawan (°F)

Suhu tubuh normal manusia umumnya berkisar antara 36.5-37.5 °C (Sapra A, dkk., 2023). Sedangkan data sensor suhu menyatakan hasil suhu tubuh relawan (titik teratas) adalah 35.38 °C (95.68 °F) yang terbaca abnormal (di luar rentang normal). Kemungkinan besar karena sensitivitas sensor terhadap suhu ruangan dan

permukaan tangan relawan yang dingin, maka kedua grafik di atas (Gambar 4.1 dan Gambar 4.2) menandakan adanya hipotermia (suhu tubuh di bawah kisaran normal).



Gambar 4.3. Peringatan pemberitahuan melalui teks SMS dan obrolan Telegram

Sebagai tanggapan, sistem IoT secara otomatis memicu sinyal darurat dan mengeluarkan peringatan notifikasi melalui pesan teks SMS (Gambar 4.3) dan melalui obrolan bot pada aplikasi Telegram (Gambar 4.4)

#### Menguji Pemantauan Detak Jantung dengan Pulse Sensor SEN-11574

Untuk menguji pemantauan detak jantung, relawan meletakkan ujung jari mereka di atas sensor denyut nadi. Data yang dikumpulkan dari sensor denyut nadi SEN-11574 dikirim ke server ThingSpeak. Data tersebut diekspor ke dalam format .csv dan diplot ke dalam grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4. Dari 13 data yang terkumpul, dapat dilihat bahwa nilai data pertama adalah 49 denyut per menit (bpm), diikuti dengan lonjakan hingga 75 bpm. Hal ini terjadi karena saat sistem dinyalakan, relawan terlambat meletakkan ujung jari mereka pada sensor denyut nadi. Akibatnya, nilai data pertama menjadi lebih rendah. Dapat diasumsikan bahwa mulai dari data kedua hingga data ketiga belas, grafik menunjukkan hasil pengukuran yang stabil pada kisaran 70-80 bpm yang merupakan detak jantung normal karena nilainya berada pada kisaran 60 - 100 detak per menit (bpm).



Gambar 4.4. Data grafis dari denyut nadi/detak jantung relawan (bpm)

#### Kesimpulan

Penelitian tentang implementasi Internet of Things (IoT) dalam merancang alat kesehatan/medis untuk memonitoring suhu tubuh dan detak jantung seseorang melalui jaringan komunikasi Wi-Fi dengan menggunakan modul NodeMCU ESP8266 telah berhasil dilakukan. Data suhu tubuh diambil dari seseorang dalam posisi duduk tenang melalui sensor suhu DS18B20 yang terhubung ke modul NodeMCU ESP8266 dan detak jantung melalui sensor denyut nadi SEN-11574 yang juga terhubung ke modul NodeMCU. Data suhu dan detak jantung per menit dikirimkan ke server Thingspeak dan ditampilkan di situs web Thingspeak, aplikasi Telegram di smartphone dan ditampilkan pada pesan layanan Short Message System (SMS) secara real time. Individu termasuk pengguna sendiri (bisa sebagai pasien), keluarga, dokter, dan siapa saja yang nomornya terdaftar di sistem dapat melihat data dan informasi ini kapan saja. Pesan SMS dan chatting di Telegram (melalui sistem notifikasi peringatan) akan diaktifkan jika orang yang dipantau memiliki suhu tubuh di bawah 36°C atau di atas 37,5°C dan/atau detak jantung di bawah 60 bpm atau di atas 100 detak per menit.

#### Daftar Pustaka

- Abdullah, S.K. 2019. Remote Heart Rate Monitor System using NodeMcu Microcontroller and Easy Pulse Sensor v1.1. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 518.
- Abdulmalek, S., A. Nasir, W.A. Jabbar, M.A.M. Almuahy, A.K. Bairagi, M.A. Khan, dan S. Kee. 2022. IoT-Based Healthcare-Monitoring System Towards Improving Quality of Life: A Review. MDPI
- Adi, P.D.P., D.A. Prasetya, A.B. Setiawan, N. Nachrowie, dan R. Arifuddin. 2019. Design of Tsunami Detector Based Short Message Service Using Arduino and SIM900A to GSM/GPRS Module. Di dalam: Proceedings of The 2nd International Conference on Advance and Scientific Innovation (ICASI); Banda Aceh, 18 July 2019. European Alliance for Innovation (EAI).
- Aggarwal, R., dan M.L. Das. 2012. RFID Security in the Context of "Internet of Things". Di dalam:

- SecurIT '12: Proceedings of The First International Conference on Security of Internet of Things; Kerala, 17-19 Agustus 2012. Amrita University. Hlm 51-56.
- Baig, M.M., dan H. Gholamhosseini. 2013. Smart Health Monitoring Systems: An Overview of Design and Modeling. *J Med Syst.* 37: 9898
- Candra, R.A., D.N. Ilham, H. Hardisal, dan S. Sriwahyuni. 2019. Light Control Design by Using Social Media Telegram Applications Based on Internet of Things (IoT). *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika.* 3(2): 200-204.
- Components101. 2018. Pulse Sensor. <https://components101.com/sensors/pulse-sensor> [29 Juli 2023].
- Drake, K. 2021. Why do some people believe health misinformation? <https://www.medicalnewstoday.com/articles/why-do-some-people-believe-health-misinformation> [24 September 2023].
- Fawad. 2020. GSM SIM900A Module and Arduino: Security Alert Message To Multiple Numbers. <https://programmingdigest.com/gsm-sim900a-module-and-arduino-security-alert-message-to-multiple-numbers/> [30 Juli 2023].
- Hidayanti, N., D. Titisari, H. Gumiwang Ariswati, dan T. Triwiyanto. 2020. Low Cost Monitoring Kesehatan Berbasis IOT (Parameter Detak Jantung dan Suhu Tubuh). *Jurnal TEKNOKES.* 13(2): 98-106.
- Ismailov, A.S., dan Z.B. Jo'rayev. 2022. Study of Arduino Microcontroller Board. "Science and Education" *Scientific Journal.* 3(3): 172-179.
- Javaid, M., dan I.H. Khan. 2021. Internet of Things (IoT) Enabled Healthcare Helps To Take The Challenges of COVID-19 Pandemic. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research.* 11(2): 209-214.
- Kashyap, M., V. Sharma, dan N. Gupta. 2018. Taking MQTT and NodeMcu to IOT: Communication in Internet of Things. Di dalam: *International Conference on Computational Intelligence and Data Science (ICCIDS 2018).* Procedia Computer Science 132; Gurugram, 7-8 April 2018. The NorthCap University India. Hlm 1611-1618.
- Madakam, S., R. Ramaswamy, dan S. Tripathi. 2015. Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications.* 3(5): 164-173.
- Maureira, M.A.M., D. Oldenhof, dan L. Teernstra. 2014 *ThingSpeak - an API and Web Service for The Internet of Things.* Leiden University.
- Maxim Integrated Products. 2019. DSB18B20 Datasheet. Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/datasheets/DS18B20.pdf> [25 Juli 2023].
- Mitra, R., dan R. Ganiga. 2019. A Novel Approach to Sensor Implementation for Healthcare Systems Using Internet of Things. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE).* 9(6): 5031-5045.
- Muslih, M., S. Somantri, D. Supardi, E. Multipli, Y.M. Nyaman, A. Rismawan, and G. Gunawansyah. 2018. Developing Smart Workspace Based IoT with Artificial Intelligence Using Telegram Chatbot. Di dalam: *Proceedings of 2018 4th International Conference on Computing, Engineering, and Design (ICCED).* Bangkok, 6-8 September 2018. Hlm 230-234.
- Nookhao, S., V. Thananant, dan T. Khunkhao. 2020. Development of IoT Heartbeat and Body Temperature Monitoring System for Community Health Volunteer. Di dalam: *2020 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON);* Pattaya, 11-14 Maret 2020. ECTI Association. Hlm 106-109.
- Pasha, S. 2016. Thingspeak Based Sensing and Monitoring System for IoT with Matlab Analysis. *International Journal of New Technology and Research.* 2(6): 19-23.
- Patil, S. dan S. Pardeshi. 2018. Health Monitoring System using IoT. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).* 5(4): 1678-1682.
- Rangkuti, S. 2016. *Arduino dan Proteus: Simulasi dan Praktik.* Informatika Bandung, Bandung.
- Salahuddin, M.A., A. Al-Fuqaha, M. Guizani, K. Shuaib, dan F. Sallabi. 2018. Softwarization of Internet of Things Infrastructure for Secure and Smart Healthcare. *IEEE Computer Magazine.* 50(7): 74-79.
- Susilawati, H., I. Nurichsan, dan M. Hilman. 2018. Rancang Bangun Indikator Lost Kontak Tegangan Pada Tiang Tegangan Rendah di PLN Area Tasikmalaya Menggunakan Arduino. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Teknik Elektro Telekomunikasi Indonesia.* 9(2): 35-39.
- Sanaris, A., dan I. Suharjo. 2020. Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IoT). *Journal of Information System and Artificial Intelligence (JISAI).* 1(1): 17-24.
- Sapra A, Malik A, Bhandari P. 2023. Vital Sign Assessment. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553213/> [8 Agustus 2023]