

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan perancangan Alat Ukur Kadar Glukosa Non-Invasive, Detak Jantung dan Suhu Tubuh Berbasis ESP32 penulis menjadikan beberapa penelitian terdahulu sebagai sumber referensi penulis dalam melakukan penelitian lanjutan terhadap proyek ini.

Penelitian terdahulu terkait dengan “Validasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara Non-Invasive Menggunakan Sensor TCRT5000 Untuk Mengurangi Limbah Medis” (Nurmar’atin et al., 2022). Dimana, menggunakan sensor TCRT5000 untuk mengukur kadar glukosa melalui ujung jari telunjuk, dengan memanfaatkan sinar inframerah untuk menembus lapisan dermis yang akan diserap oleh sel darah. Cahaya yang dipantulkan dari sinar inframerah dilewatkan melalui modul pemrosesan sinyal untuk diproses dan diolah oleh mikrokontroler, kemudian diubah menjadi data digital oleh Analog Digital Converter (ADC). Pengujian alat dilakukan pada 15 sampel dengan penderita diabetes mellitus dan 15 sampel dengan gula darah normal. Dimana semakin pekat darah (semakin tinggi kadar gula darah), maka cahaya inframerah lebih banyak diserap sehingga hanya sedikit yang tertangkap oleh photodiode. Begitu pula sebaliknya, jika darah semakin encer (semakin rendah kadar gula darah), maka lebih banyak cahaya inframerah yang melewati jaringan dan tertangkap fotodiode. Berdasarkan hasil pengujian, alat ini menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, yaitu sebesar 98.26% pada sampel penderita diabetes mellitus dan 97.16% pada sampel dengan kadar gula darah normal.

Selanjutnya penelitian (Aprilio Mahesta et al., 2022) dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Detak Jantung Dengan Sensor Easy Pulse Plugin Berbasis Arduino Uno”, yang membuat alat ukur parameter kesehatan khususnya detak jantung. Pengukuran detak jantung dilakukan menggunakan sensor infrared sebagai pendeteksi detak jantung, mikrokontroler Arduino Uno sebagai basis pengolah data, Keypad 4x3 yang berfungsi untuk memasukkan data usia, dan LCD 16x2 sebagai penampil hasil pengukuran detak jantung. Hasil yang akan ditampilkan LCD berupa detak jantung per menit dan status apakah nilai detak jantung tersebut normal atau tidak normal. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, alat ini mampu mengukur secara akurat dan dapat digunakan karena

memiliki selisih yang relatif kecil dibandingkan alat Pulse Oximeter yaitu 0 sampai 2 BPM. Namun alat ini masih memiliki kekurangan yaitu dari segi hardware maupun software sehingga masih membutuhkan penyempurnaan yang lebih baik.

Penelitian selanjutnya merancang alat ukur suhu tubuh tanpa kontak langsung dengan tubuh dengan menggunakan sensor MLX90614 dan hasil pengukuran yang dapat dilihat pada layar LCD dan aplikasi pada perangkat smartphone (Saptadi, 2022). Pada penelitian ini menggunakan 1 buah sensor MLX90614 yang membaca suhu tanpa bersentuhan dengan objek secara langsung. Kemudian data dari sensor MLX90614 dioalah Arduino Uno hingga berbentuk digital yang akan ditampilkan pada layar LCD dan aplikasi pada perangkat smartphone. Berdasarkan hasil pengujian, alat ini mampu mengukur suhu dengan baik dan menghasilkan *error* pada jarak 5 cm sebesar 0.09% dengan suhu 40,76 °C pada air keran yang dipanaskan. Sedangkan pada pengukuran suhu badan tiga partisipan menghasilkan akurasi 98,63% - 99,55%.

Penelitian yang dilakukan (Hutagalung & Manurung, 2023) dengan judul “Pendeteksi Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis IoT” , membangun alat pemantau detak jantung dan suhu tubuh manusia dengan menggunakan sensor pulse dan sensor suhu MLX90614, yang kemudian mengirimkan data ke server database phpMyAdmin. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan deteksi dini terhadap kondisi detak jantung dan suhu tubuh manusia tanpa perlu kunjungan ke rumah sakit atau konsultasi dokter. Dapat disimpulkan bahwa NodeMCU mampu menghubungkan alat ke jaringan menggunakan WiFi yang dijalankan pada ESP8266 sehingga memungkinkan pemantauan detak jantung dan suhu tubuh manusia.

Dari beberapa penelitian terdahulu tersebut, penulis mengembangkan alat yang dapat mengukur 3 parameter kesehatan sekaligus yaitu khususnya kadar glukosa, detak jantung dan suhu tubuh dalam suatu perangkat dan akan memonitoring melalui aplikasi pada perangkat smartphone secara real time. Dengan menggunakan sensor TCRT5000 untuk mengukur kadar glukosa, GY-MAX-30100 untuk mengukur detak jantung dan MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengolah seluruh data hasil pembacaan sensor kemudian mengirimkannya melalui koneksi Wi-Fi menuju Blynk Cloud. Selanjutnya data tersebut ditampilkan pada aplikasi Blynk secara real-time sehingga pengguna dapat memantau hasil pengukuran kadar glukosa, detak jantung, dan suhu tubuh melalui smartphone.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Yang Diajukan

NO	PENULIS	JUDUL	HASIL
1	Nurmar'atin, Tria Sumarti, Heni Wulandari, Ayu (2022)	Validasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara Non-Invasive Menggunakan Sensor TCRT5000 Untuk Mengurangi Limbah Medis	Dimana, menggunakan sensor TCRT5000 untuk mengukur kadar glukosa melalui ujung jari telunjuk, dengan memanfaatkan sinar inframerah untuk menembus lapisan dermis yang akan diserap oleh sel darah. Cahaya yang dipantulkan dari sinar inframerah dilewatkan melalui modul pemrosesan sinyal untuk diproses dan diolah oleh mikrokontroler, kemudian diubah menjadi data digital oleh Analog Digital Converter (ADC). Pengujian alat dilakukan pada 15 sampel dengan penderita diabetes mellitus dan 15 sampel dengan gula darah normal. Dimana semakin pekat darah (semakin tinggi kadar gula darah), maka cahaya inframerah lebih banyak diserap sehingga hanya sedikit yang tertangkap oleh photodiode. Begitu pula sebaliknya, jika darah semakin encer (semakin rendah kadar gula darah), maka lebih banyak cahaya inframerah yang melewati jaringan dan tertangkap fotodiode. Berdasarkan hasil pengujian, alat ini menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, yaitu sebesar 98.26% pada sampel penderita diabetes mellitus dan 97.16% pada sampel dengan kadar gula darah normal.
2	Aprilio Mahesta, Ardi Arief Hidayat, Muhammad	Rancang Bangun Alat Ukur Detak Jantung Dengan Sensor Easy Pulse Plugin Berbasis Arduino Uno	Hasil dari penelitian ini adalah alat yang dibuat cukup akurat dan dapat digunakan oleh pasien karena memiliki selisih hasil yang relatif kecil dibandingkan alat Pulse Oximeter yaitu 0 sampai 2 karena dalam bidang medis, nilai toleransi selisih yang diperbolehkan adalah 0 sampai 5 BPM. Pengujian alat ukur detak jantung dengan sensor Easy Pulse Plugin berbasis Arduino Uno berjalan dengan baik dan sistem bekerja dengan baik.

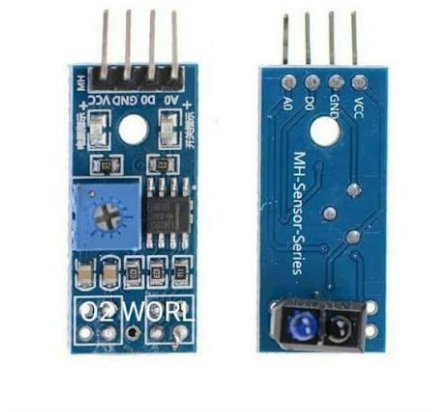
	Nurul Widyaningrum, Bajeng (2022)		Pengujian alat dapat mengukur detak jantung menggunakan sensor Easy Pulse Plugin dengan satuan BPM (Beat per Minute).
3	Saptadi, Arief Hendra (2022)	Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Badan Tanpa Kontak Berbasis Arduino Dengan Modul Inframerah dan Bluetooth	Hasil dari penelitian ini adalah proses pengukuran suhu dengan perangkat telah berjalan baik dan menghasilkan nilai <i>error</i> terkecil pada jarak 5 cm sebesar 0,09% dengan suhu 40,76°C pada air keran yang dipanaskan. Sedangkan pada pengukuran suhu badan tiga partisipan menghasilkan akurasi 98,63% - 99,55%. Dengan koneksi bluetooth, perangkat dapat bekerja hingga jarak maksimal 20 m dengan penghalang (berupa tembok) atau 25 m pada kondisi tanpa halangan apa pun. Pengujian pemasangan dan fungsionalitas dari aplikasi telah berjalan dengan baik di semua versi sistem operasi android yang diujikan. Dengan menggunakan catuan baterai, perangkat dapat bekerja terus-menerus selama 2 jam 45 menit dan pengiriman data melalui bluetooth dapat berlangsung hingga maksimal 3 jam 30 menit.
4	Hutagalung, Jhonson Efendi Manurung, Nuriadi (2023)	Pendeteksi Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis IoT	Hasil dari penelitian ini adalah Nodemcu dapat menghubungkan alat ke jaringan dengan menggunakan wifi yang di fungsikan pada ESP8266 sehingga dapat memonitoring detak jantung dan suhu tubuh. manusia. Program yang digunakan pada nodemcu adalah Arduino Ide dan program untuk aplikasi perangkat lunak kontrol berbasis Web. Koneksi ke jaringan dapat dilakukan mengkoneksikan NodemCU ke hostport Laptop, kemudian aplikasi web dapat digunakan untuk memantau detak jantung dan suhu tubuh manusia. Koneksi ke tampilan dengan menggunakan web address yang search melalui aplikasi

			browser sehingga web dapat terhubung dan dapat di gunakan sebagai monitoring tampilan jumlah detak jantung manusia pada laptop atau komputer (PC).
5	M.Salhan Rozak	Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Glukosa Non-Invasive, Detak Jantung dan Suhu Berdasarkan ESP32	Dari penelitian terdahulu tersebut, dengan menggabungkan 3 pengukuran parameter kesehatan sekaligus yaitu gula darah, detak jantung dan suhu tubuh dan akan memonitoring melalui aplikasi pada perangkat secara real-time. Sistem yang akan dirancang menggunakan sensor TCRT5000, sensor GY-MAX 30100, sensor MLX90614 dan mikrokontroler ESP32. Pada penelitian ini akan mengukur parameter kesehatan secara non-invasive dan secara otomatis.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 TCRT5000

Dalam konteks pengukuran kadar gula darah secara non-invasif, sensor TCRT5000 memanfaatkan karakteristik absorpsi glukosa terhadap cahaya inframerah. Dimana glukosa substrat memiliki nilai spektrumnya sendiri, nilai absorbansi glukosa tertinggi pada rentang panjang gelombang 1500 nm–1850 nm dan 2050 nm– 2392 nm. Sensor TCRT5000 akan memancarkan cahaya inframerah yang akan menembus kulit hingga lapisan dermis, dimana terdapat sel darah yang mengandung glukosa. Sebagian cahaya yang dipancarkan akan diserap oleh darah dan sebagian cahaya lainnya akan dipantulkan kembali dan diterima oleh photodiode (Nurmar'atin et al., 2022).



Gambar 2.1 TCRT5000

Sumber: <https://www.oceanlabz.in/interface-tcrt5000-reflective-infrared-optical-sensor-with-arduino/>

2.2.2 GY-MAX 30100

Sensor *GY-MAX 30100* ini adalah alat yang berguna sebagai pemantauan heart rate serta SpO2. Sensor ini menggunakan teknologi LED inframerah dan fotodiode untuk metode reflektifitas, memancarkan cahaya yang diserap oleh darah kapiler dalam pembuluh darah kulit untuk mendeteksi perubahan volume darah. Hasilnya, seperti laju detak jantung, ditampilkan dalam bpm. Keadaan jantung seperti normal, bradikardia, atau takikardia dapat dinilai berdasarkan ritme jantungnya (Pranata et al., 2024).



Gambar 2.2 GY-MAX30100

Sumber: <https://id.szks-kuongshun.com/uno/uno-sensor/max30100-heart-rate-oximeter-pulse-sensor.html>

2.2.3 *MLX90614*

MLX90614 adalah sebuah sensor thermal inframerah yang dapat mengukur suhu tanpa adanya kontak langsung (*contactless*). Berupa chip detektor thermopile sensitif IR dan ASIC pengkondisi sinyal terintegrasi dalam packing sensor model TO-39 yang sama. Pengkondisi sinyal yang terintegrasi ke dalam *MLX90614* itu adalah low noise amplifier, 17-bit ADC dan unit DSP yang kuat sehingga mencapai akurasi dan resolusi tinggi dari termometer. Sistem kerja *MLX90614* berdasarkan prinsip penginderaan radiasi inframerah yang dipancarkan objek. Pancaran radiasi dari objek akan dideteksi oleh sensor *MLX90614* diubah menjadi sinyal listrik (Saptadi, 2022).



Gambar 2.3 *MLX90614*

Sumber: <https://www.nn-digital.com/blog/2019/06/16/belajar-program-suhu-non-contact-ir-infra-red-gy-906-mlx90614-dengan-arduino/>

2.2.4 *Mikrokontroler ESP32*

ESP32 adalah mikrokontroler generasi penerus dari ESP8266 yang kompatibel dengan Arduino IDE. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan modul WiFi dan chip

Bluetooth Low Energy (BLE), sehingga sangat ideal untuk pengembangan sistem aplikasi IoT. Nama ESP32 merupakan singkatan dari Espressif32, yang merujuk pada papan pengembangan buatan *Espressif Systems*. Mikrokontroler 32-bit ini mendukung jaringan nirkabel dengan protokol WiFi 802.11 b/g/n pada frekuensi 2,4 GHz, serta teknologi Bluetooth v4.2, sehingga menawarkan konektivitas yang andal dan fleksibel.



Gambar 2.4 Modul Mikrokontroler ESP32

Sumber: <https://store.dremc.com.au/products/nodemcu-esp-32-wroom-32s-wifi-40-female-header>

2.2.5 Blynk

Blynk merupakan platform Internet of Things (IoT) yang digunakan untuk menghubungkan perangkat keras seperti ESP32 dengan aplikasi pada smartphone melalui jaringan internet. Platform ini menyediakan layanan Blynk Cloud sebagai media komunikasi data secara real-time antara mikrokontroler dan perangkat pengguna. Pada penelitian ini, Blynk digunakan sebagai media monitoring untuk menampilkan hasil pengukuran kadar glukosa, detak jantung, dan suhu tubuh. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh ESP32 kemudian dikirim melalui koneksi Wi-Fi menuju Blynk Cloud. Selanjutnya data tersebut ditampilkan secara langsung pada aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat memantau kondisi kesehatannya secara real-time melalui smartphone.



Gambar 2.5 Blynk

Sumber: <https://www.blynk.io/platform/web-console>

2.2.6 Non-Invasive

Non-invasive (non invasif) merupakan metode, prosedur, atau teknologi medis yang tidak memerlukan akses ke dalam tubuh melalui sayatan (incision), tusukan perkutan (percutaneous puncture), maupun pemasukan instrumen ke dalam rongga tubuh. Berbeda dengan metode invasif yang mengharuskan adanya penetrasi ke dalam jaringan tubuh, metode non-invasif dilakukan dari luar permukaan tubuh sehingga tidak menyebabkan kerusakan jaringan secara langsung. Oleh karena itu, prosedur non-invasif umumnya memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi, risiko infeksi yang lebih rendah, serta mengurangi kemungkinan terjadinya perdarahan, nyeri, dan komplikasi pasca tindakan. Selain itu, metode non-invasif juga memberikan kenyamanan yang lebih baik bagi pasien karena tidak memerlukan proses pembedahan atau penggunaan alat yang masuk ke dalam tubuh. Dengan berbagai keunggulan tersebut, teknologi non-invasif semakin banyak dikembangkan dan diterapkan dalam berbagai bidang medis, seperti diagnosis penyakit, pemantauan kondisi fisiologis, hingga pengukuran parameter kesehatan secara real-time tanpa menimbulkan trauma pada jaringan tubuh. (Cousins & Blencowe, 2019)