

IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM PEMANTAUAN KESEHATAN : STUDI KASUS MONITORING DETAK JANTUNG, TEKANAN DARAH, DAN SUHU TUBUH PADA MANUSIA

Muhammad Probo Jiwandono¹, Mohammad Nasrul Mubin², Pratomo Budi
Santoso³, Dedi Ary Prasetya⁵

¹Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kartasura,
Sukoharjo 57162, Indonesia

Email korespondensi: muhammadprobo8@gmail.com

Abstrak. Kesehatan merupakan aspek penting dalam kehidupan manusia, sehingga pemantauan tanda-tanda vital seperti detak jantung, suhu tubuh, dan tekanan darah perlu dilakukan secara berkala guna mendeteksi kondisi medis secara dini. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring kesehatan berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau tiga parameter vital tersebut secara real-time dan dapat diakses dari jarak jauh melalui perangkat smartphone. Sistem ini menggunakan tiga jenis sensor, yaitu sensor detak jantung, sensor suhu tubuh, dan sensor tekanan darah yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan data. Data hasil pengukuran dikirimkan ke aplikasi berbasis Android untuk ditampilkan dalam antarmuka yang informatif dan mudah dipahami. Pada hasil pengujian alat dilakukan dengan melakukan perbandingan alat ukur dan sensor pada project ini. Hasil error pada tekanan darah sistolik yaitu 1,85%, dan error pada tekanan darah diastolik yaitu 3,05%, selanjutnya pada hasil dari detak jantung yang memiliki error 1,57%, dan yang terakhir pada hasil pengujian suhu tubuh memiliki error 0,93%. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat dengan alat medis konvensional guna mengetahui tingkat akurasi dan persentase kesalahan dari masing-masing sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu bekerja dengan akurat dan dapat diandalkan sebagai alat bantu dalam pemantauan kondisi fisik.

Kata Kunci : Monitoring, Detak Jantung, Suhu Tubuh dan Tekanan Darah, *Internet Of Things* (IoT).

PENDAHULUAN



Kesehatan merupakan kebutuhan dasar yang esensial bagi setiap individu. Masalah kesehatan sering kali timbul akibat persoalan pribadi maupun lingkungan. Padahal, kesehatan menjadi fondasi utama dalam pengembangan potensi diri. Berdasarkan teori H.L. Bloom, terdapat empat faktor utama yang memengaruhi derajat kesehatan, yaitu gaya hidup, lingkungan (sosial, ekonomi, politik, dan budaya), pelayanan kesehatan, serta faktor genetik. Keempatnya saling berinteraksi dalam menentukan kondisi kesehatan. Secara global, penyakit tidak menular (PTM) menjadi tantangan utama, menyumbang 63% kematian dan meningkat 15% pada periode 2010–2020[1]. Teknologi Internet of Things(IoT) mengalami perkembangan pesat, memungkinkan perangkat elektronik, sistem kontrol, dan aplikasi mobile terhubung dalam jaringan komputer yang kompleks. Persaingan dalam teknologi komunikasi turut mendorong kemampuan perangkat untuk berkomunikasi, memantau kondisi, dan berbagi informasi secara global. Dalam beberapa tahun terakhir, smartphone menjadi populer karena fitur canggihnya yang menyerupai komputer portabel. Inovasi kemudian berlanjut dengan munculnya jam tangan pintar yang mengusung teknologi serupa namun dalam bentuk yang lebih praktis[2].

Dalam dunia medis, terdapat masa kritis sebelum risiko kematian pasien meningkat secara drastis hingga mencapai 100%. Berdasarkan permasalahan tersebut, kami mengembangkan sistem pemantauan detak jantung, tekanan darah, dan suhu tubuh berbasis Internet of Things (IoT). Ketiga indikator ini penting untuk dimonitor karena berkaitan erat dengan deteksi dini penyakit. Jantung berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh melalui sistem peredaran darah, dengan ukuran sekitar kepalan tangan dan berat antara 250 hingga 350 gram [3]. Suhu tubuh juga perlu dipantau karena merupakan hasil keseimbangan antara panas yang dihasilkan dan yang dilepaskan ke lingkungan. Suhu normal manusia berkisar antara 36 °C hingga 38 °C, dengan rata-rata 37 °C [4]. Sementara itu, tekanan darah menunjukkan kekuatan jantung dalam memompa darah, sehingga menjadi indikator penting dalam evaluasi kondisi jantung dan kesehatan tubuh secara keseluruhan. Sistem ini dirancang untuk memantau detak jantung, tekanan darah, dan suhu tubuh secara praktis. Pemeriksaan dilakukan menggunakan alat pemantau yang memungkinkan proses pengukuran berlangsung cepat dan efisien. Untuk mendukung aktivitas sehari-hari, alat pemantau dirancang ringkas dan portabel, sehingga pengguna dapat tetap menjalankan rutinitas sambil memantau kondisi kesehatannya.

Pada penelitian yang berjudul Implementasi Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor Tekanan MPX5700AP menggunakan Mikrokontroler Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress. Stres pada tubuh manusia dapat dikenali melalui tanda-tanda fisik yang muncul saat tingkat ketegangan meningkat. Pemantauan kondisi fisik penting dilakukan sebelum



seseorang memulai pekerjaan, terutama untuk memastikan kesiapan fisik dan mental sesuai dengan tugas di divisinya. Dalam 3 industri seperti peleburan baja, pekerja menghadapi lingkungan berbahaya, tuntutan fisik tinggi, dan suhu ekstrim. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi kondisi fisik, terutama suhu tubuh dan tekanan darah, guna memastikan pekerja berada dalam kondisi prima untuk menjalani tugasnya [5]. Pada penelitian yang berjudul Health Monitoring System Dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung Dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT). menjelaskan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan di era modern mendorong kemajuan teknologi, termasuk di bidang kedokteran. Masyarakat semakin membutuhkan teknologi yang dapat menyederhanakan pekerjaan, sehingga memicu inovasi di bidang medis. Teknologi medis modern dirancang untuk meningkatkan efisiensi serta mendukung diagnosis dan pemantauan kesehatan secara cepat dan akurat. Tiga parameter vital yang sering digunakan sebagai indikator kesehatan adalah tekanan darah, detak jantung, dan suhu tubuh. Ketiganya berperan penting dalam deteksi dini kondisi medis dan membantu tenaga medis dalam pengambilan keputusan [6].

Pada penelitian yang berjudul Keunggulan Pengukuran Tekanan Darah Menggunakan Tensimeter Digital Dibandingkan dengan Tensimeter Pegas. Tensimeter merupakan alat ukur tekanan darah yang bekerja dengan membandingkan tekanan dalam pembuluh darah terhadap tekanan atmosfer, dengan satuan milimeter air raksa (mmHg). Ketepatan pengukuran sangat penting karena tekanan darah menjadi indikator utama dalam diagnosis penyakit. Perubahan tekanan darah, baik peningkatan maupun penurunan, dapat menunjukkan adanya gangguan kesehatan. Hipertensi terjadi saat tekanan darah meningkat akibat penyempitan pembuluh atau beban pompa jantung yang tinggi, sedangkan tekanan darah yang terlalu rendah disebut hipotensi, yang juga dapat menandakan gangguan pada sistem peredaran darah [7]. Pada penelitian yang berjudul Mengatasi Aritmia, Mencegah Kematian Mendadak. Aritmia merupakan gangguan irama jantung yang ditandai dengan detak jantung yang terlalu cepat, terlalu lambat, atau tidak teratur akibat gangguan impuls listrik jantung. Gejalanya meliputi jantung berdebar, nyeri dada, sesak napas, hingga pusing. Jika tidak ditangani, aritmia dapat berakibat fatal, termasuk kematian. Oleh karena itu, penderita disarankan menjalani gaya hidup sehat, melakukan pemeriksaan rutin, dan memantau detak jantung secara berkala untuk mencegah komplikasi serius [8].

Penelitian berjudul Rancang Bangun Alat Monitor Detak Jantung dan Suhu Tubuh Berbasis Android menyatakan bahwa suhu tubuh merupakan indikator penting dalam memantau kondisi kesehatan dan respons tubuh terhadap lingkungan. Perubahan suhu tubuh dapat menjadi tanda awal munculnya penyakit. Secara fisiologis, suhu tubuh mencerminkan keseimbangan antara panas hasil metabolisme dan panas yang dilepaskan



ke lingkungan. Pemantauan suhu tubuh penting untuk mengetahui kondisi fisik secara umum, [9]Tekanan darah, suhu tubuh, dan detak jantung merupakan indikator penting dalam menilai kondisi kesehatan seseorang. Tekanan darah dikatakan normal apabila tekanan sistolik berada di bawah 120 mmHg dan diastolik di bawah 80 mmHg. Seseorang dinyatakan mengalami hipertensi derajat 1 jika tekanan sistolik berada pada rentang 140–159 mmHg atau diastolik 90–99 mmHg Selain itu, suhu tubuh juga menjadi parameter vital dalam pemantauan kesehatan, di mana seseorang dianggap mengalami demam jika suhu tubuhnya melebihi 36,5 hingga 37,2 derajat Celcius. Sementara itu, detak jantung normal pada orang dewasa umumnya berkisar antara 60 hingga 100 denyut per menit. Ketiga parameter ini perlu dipantau secara berkala untuk mendeteksi dini adanya gangguan kesehatan pada individu. Detak jantung, tekanan darah, dan suhu tubuh dilatarbelakangi oleh pentingnya ketiga parameter tersebut sebagai indikator utama kondisi kesehatan seseorang. Dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), sistem yang dirancang diharapkan mampu melakukan pemantauan secara real-time dan jarak jauh, sehingga dapat meningkatkan efektivitas deteksi dini serta mendukung upaya preventif dalam bidang kesehatan.

METODE

Tahapan awal yang dilakukan penulis yaitu studi literatur. Tahap ini dimaksudkan agar penulis mencari referensi dari buku, jurnal ilmiah maupun penelitian-penelitian terdahulu sebelum melakukan penelitian tugas akhir agar nantinya penulis mendapat gambaran dalam pembuatan tugas akhir baik dari segi alat dan bahan, rancangan ataupun sistem pengambilan data. Tahapan yang kedua yaitu melakukan perancangan sistem yang akan dibuat berdasarkan studi literatur yang sudah dilakukan dengan merangkai komponen menjadi satu kesatuan yang dapat digunakan dalam penelitian tugas akhir. Pada tahap ini penulis harus memperhatikan masalah kompatibilitas dan spesifikasi bahan yang dibuat agar dalam proses penelitian mendapat hasil yang diinginkan. Tahapan ketiga yaitu melakukan pengujian alat dan pengambilan data hasil rancangan alat yang sudah dibuat. Jika terdapat kendala seperti error pada saat pengujian dan pengambilan data, maka alat perlu diperbaiki sampai tidak terjadi error pada alat tersebut. pengambilan data dapat di monitoring melalui aplikasi blynk yang di mana data tersebut meliputi tekanan darah, detak jantung dan suhu tubuh.

Perancangan sistem dan perangkat merupakan tahap awal yang krusial dalam pengembangan sistem, dengan tujuan memberikan pemahaman menyeluruh terhadap alur kerja yang akan dijalankan. Pada fase ini, dibuat representasi visual dari rancangan perangkat berdasarkan kebutuhan pengguna. Rancangan tersebut kemudian direalisasikan dalam bentuk fisik sebagai implementasi dari desain yang telah disusun.

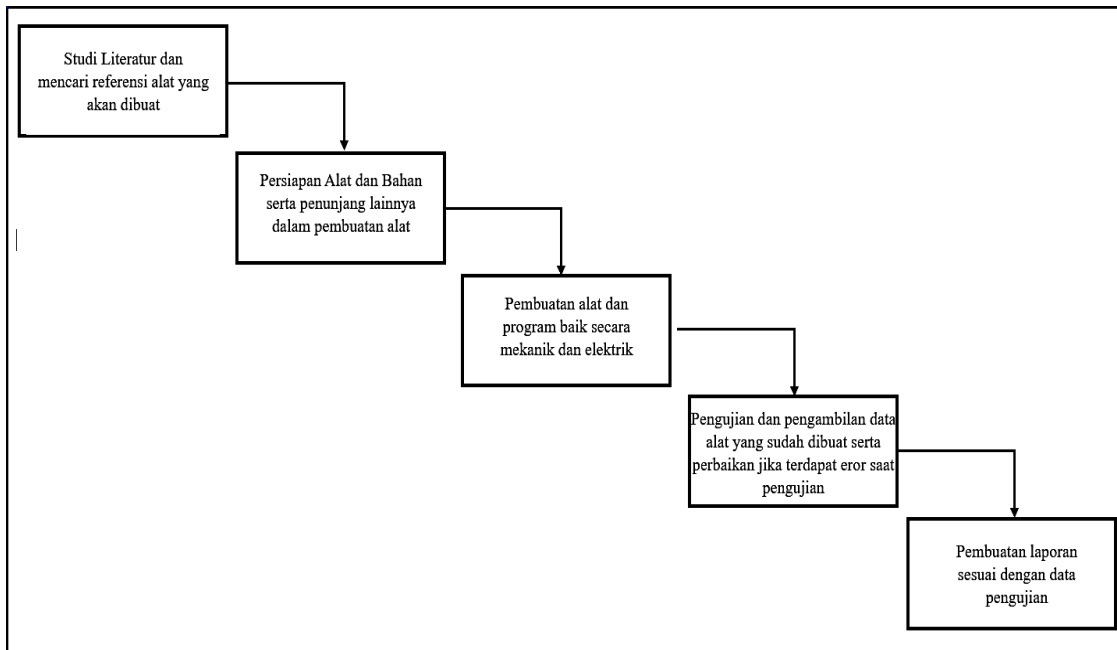


Pengujian sensor dengan alat ukur dimaksudkan untuk menguji apakah nilai keluaran sensor dan alat ukur memiliki akurasi yang sama atau ada selisih nilai dari hasil pengukuran sensor dan alat ukur. kemudian error akan menunjukkan seberapa besar kesalahan pengukuran yang terjadi. Sehingga nilai rata-rata dapat dihitung untuk mendapatkan gambaran umum dari performa alat selama pengujian. Perhitungan persentase error dilakukan dengan membagi nilai selisih dengan nilai alat pembanding, kemudian hasilnya dikalikan 100.

Penelitian ini menggunakan metode waterfall guna memastikan setiap tahapan berjalan sistematis dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Pemilihan metode ini didasarkan pada pendekatannya yang terstruktur dan bertahap, sehingga mendukung perkembangan penelitian secara berurutan dari tahap awal hingga akhir. Rangkaian tahapan metode ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan diagram alur penelitian yang akan dilakukan. Langkah pertama sebelum memulai penelitian adalah melakukan studi literatur, yaitu mencari referensi dari jurnal atau artikel ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Setelah itu, dilanjutkan dengan menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk pembuatan perangkat. Tahap berikutnya adalah proses perakitan alat, baik dari sisi mekanik maupun elektronik, serta pembuatan program untuk sistem Internet of Things (IoT). Setelah alat selesai dibuat, dilakukan pengujian dan pengambilan data. Jika ditemukan kesalahan atau error saat pengujian, maka akan dilakukan perbaikan agar sistem bisa berfungsi normal kembali. Setelah semua data berhasil dikumpulkan, tahap terakhir adalah menyusun laporan hasil penelitian.



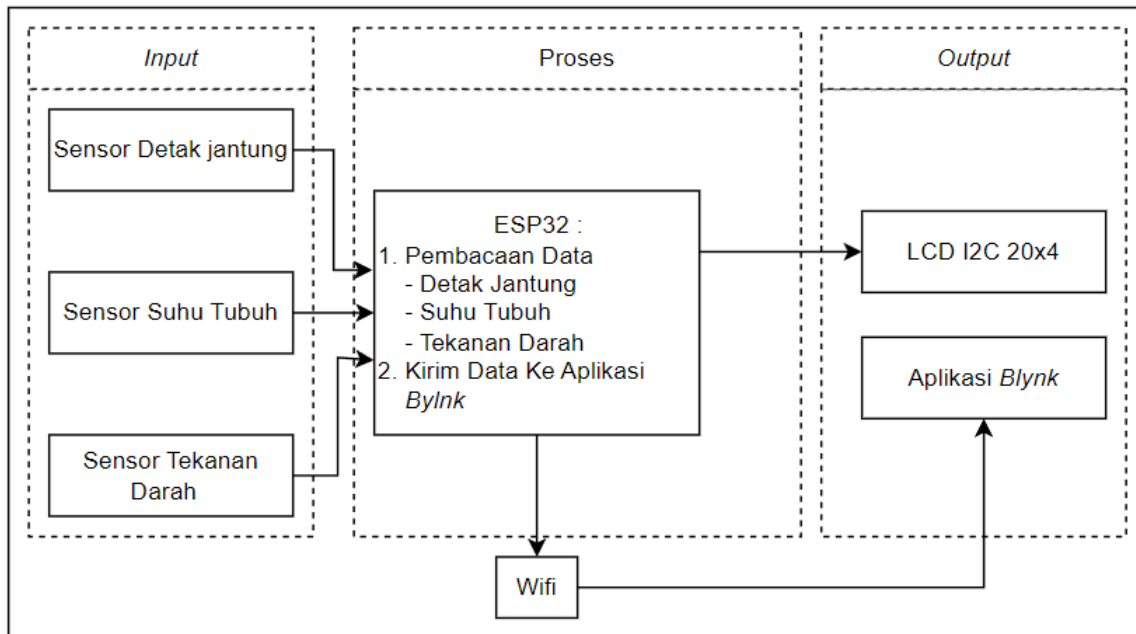


Gambar 1. Diagram Sistem penelitian

Gambar 2 adalah Blok diagram sistem yang disusun untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai alur kerja dari keseluruhan sistem, mulai dari tahap input, proses, hingga output. Diagram ini membantu memvisualisasikan bagaimana setiap komponen berinteraksi dalam mencapai hasil yang diinginkan.

Gambar 2 secara sederhana menggambarkan tentang sebuah sistem yang akan berfungsi. Pada blok pertama yaitu input terdiri dari sensor yang digunakan yaitu sensor Detak Jantung seperti nama sensor sensor tersebut untuk mendeteksi detak jantung pada manusia, sensor tekanan darah yaitu untuk mendeteksi tekanan darah pada manusia dan terdapat sensor suhu yaitu untuk mendeteksi suhu pada manusia. Selanjutnya pada blok kedua yaitu proses terdapat mikrokontroler ESP32 untuk memproses sinyal dari sensor dan meneruskan ke aktuator. Pada blok terakhir yaitu output yang terdiri dari display yaitu LCD 20x4, dan pada smartphone pada aplikasi Blynk. Dan dimana pada flowchart tersebut terdapat WiFi, WiFi tersebut digunakan untuk koneksi pada ESP32 yang nantinya akan mengirimkan data yang telah di dapat pada sensor yang juga nanti akan dikirimkan pada aplikasi ByLink dan nantinya monitoring sistem tersebut dapat di pantau dari jarak jauh.

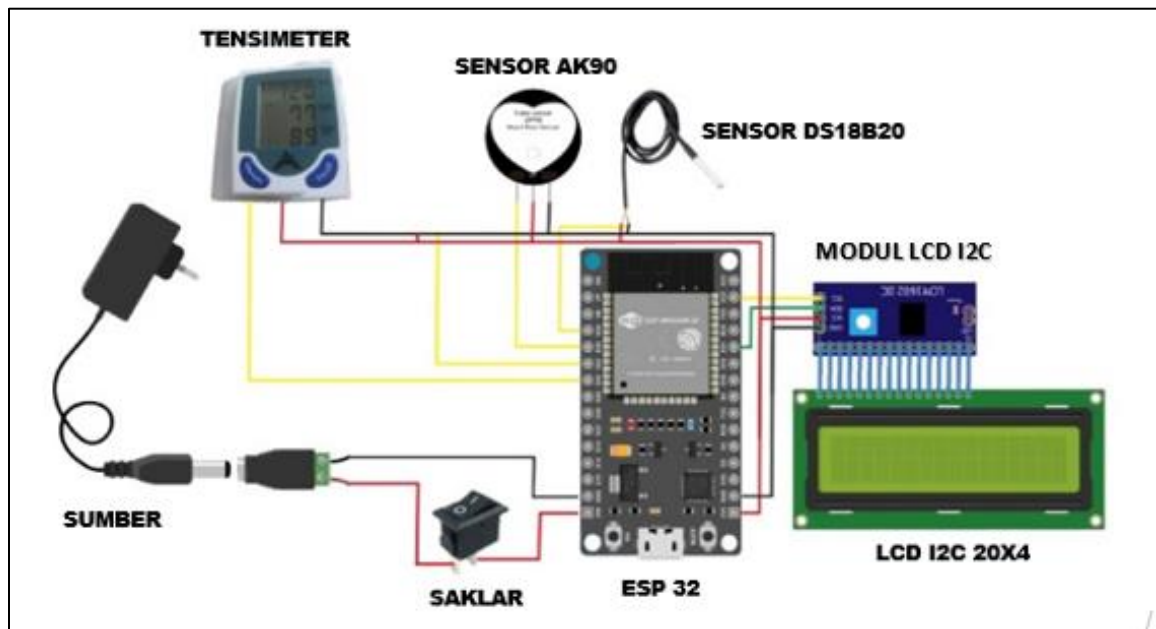




Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Gambar 3 Diagram rangkaian adalah wiring yang menggambarkan pengkabelan antara alat utama dan periperalnya. Pada alat ini terdapat adaptor 5V yang dihubungkan ke saklar terlebih dahulu sebelum ke ESP32, lalu digunakan LCD I2C pada pin VCC terhubung pada Vin. GND terhubung pada GND, lalu SDA ke pin 21 ESP32, dan SCL ke pin 22 ESP 32, disini LDC I2C digunakan untuk menampilkan hasil ukur data, kemudian untuk 3 sensor yang digunakan, yaitu sensor Tekanan Darah yang terhubung pada ESP 32 pada pin 14, sensor AK90 yang terhubung pada ESP 32 pada pin 35, dan sensor DS18B20 yang terhubung pada ESP 32 pada pin 32. Sensor Tekanan sendiri digunakan untuk mengukur tekanan sistolik dan diastolik pada peredaran darah. Sensor ini. Selanjutnya sensor AK90 berperan untuk mengukur jumlah denyut nadi atau detak jantung. Dan kemudian sensor DS18B20 digunakan untuk megukur suhu tubuh. Pada bagian 3 sensor tersebut VCCnya terhubung pada 3v3 ESP, lalu untuk ground terhubung pada GND, terakhir untuk pin datanya masing-masing terhubung pada pin ESP32.

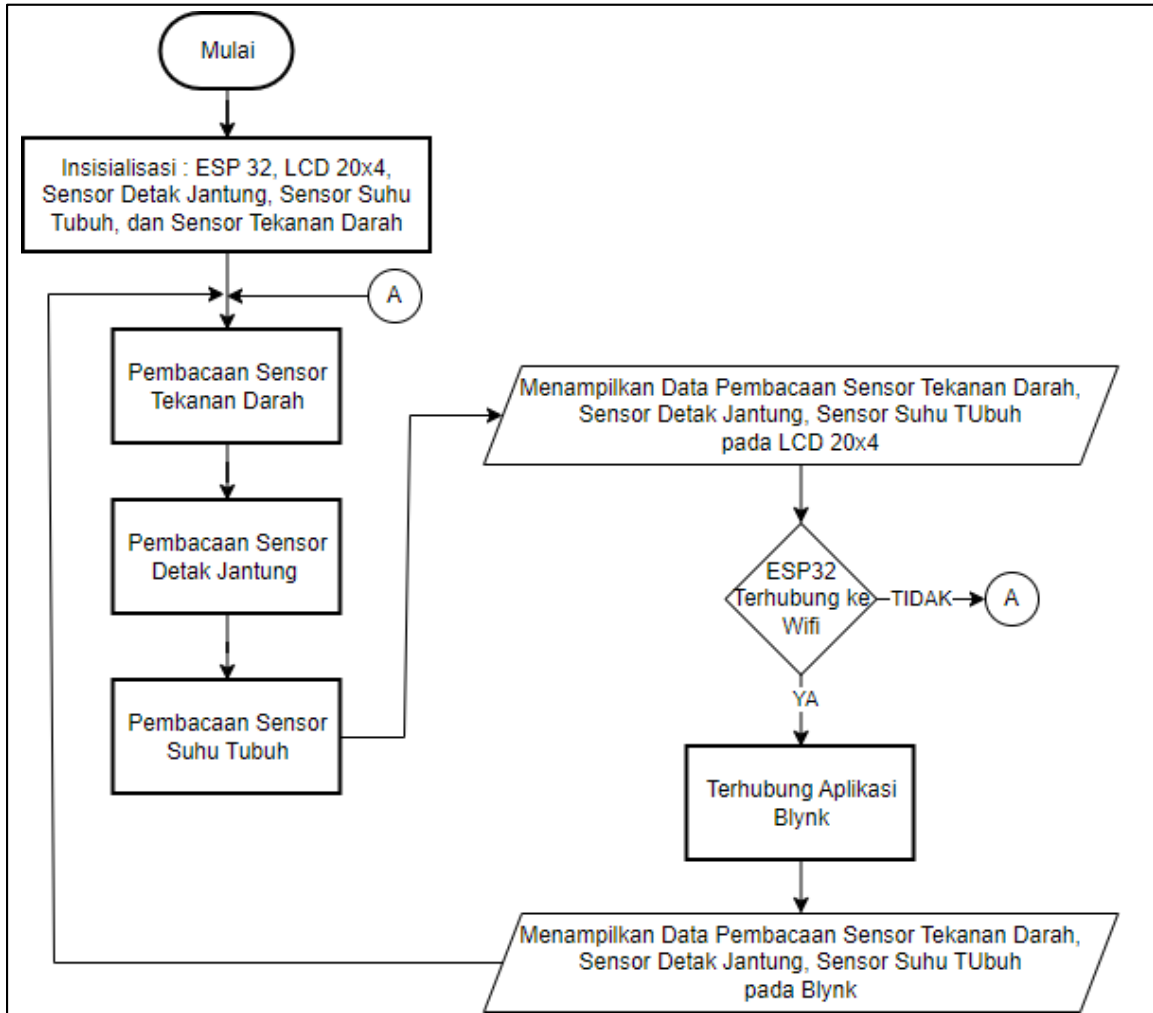




Gambar 3. Perancangan *Hardware*

Gambar 4. merupakan Flowchart Sistem yang dimana Flowchart menjelaskan proses kerja sistem Implementasi IoT dalam Pemantauan Kesehatan: Studi Kasus Monitoring Detak Jantung, Tekanan Darah, dan Suhu Tubuh Pada Manusia berbasis IoT yang menggunakan ESP32 untuk membaca parameter vital manusia, yaitu detak jantung, tekanan darah, dan suhu tubuh. Berikut adalah penjelasannya Inisialisasi Sistem mempersiapkan perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk sensor-sensor yang digunakan. Pembacaan Sensor Sensor Sensor Tekanan Darah: Mengukur tekanan darah dengan manset. Detak Jantung: Mengukur detak jantung pengguna.. Sensor Suhu Tubuh: Mengukur suhu tubuh pengguna. Proses di ESP32, ESP32 bertugas memproses data dari sensor dan mengirimkan hasil ke tampilan LCD atau aplikasi untuk monitoring jarak jauh. Data detak jantung, tekanan darah, dan suhu tubuh akan ditampilkan di LCD 20x4 dan aplikasi Blynk. Jika sistem terhubung ke wifi maka dapat menghubungkan pada aplikasi Blynk dan Spreadsheet, dan jika tidak terhubung maka kembali ke pembacaan sensor.





Gambar 4. *Flowchart*/Diagram Alir Program

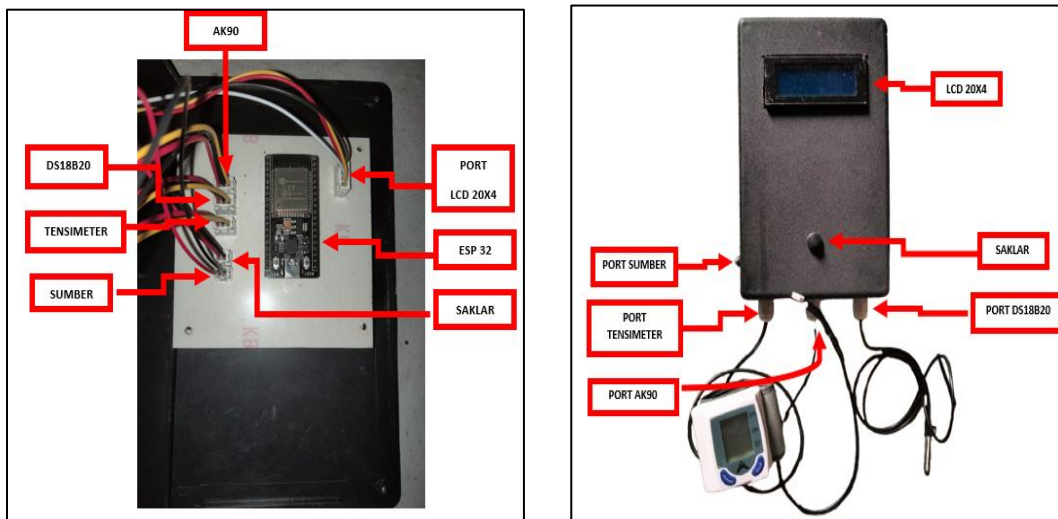
HASIL

Sistem tenaga listrik memegang peranan penting dalam mendukung operasional perangkat monitoring kesehatan yang terdiri dari sensor tekanan darah, suhu tubuh, dan detak jantung. Dalam sistem ini, sumber daya utama yang digunakan adalah sumber AC 220V yang telah diubah menjadi 5V menggunakan Adaptor DC. Stabilitas dan efisiensi sistem kelistrikan sangat berpengaruh terhadap akurasi pembacaan sensor dan daya tahan operasional perangkat. Sensor tekanan darah yang digunakan memiliki tegangan kerja sebesar 3.2 V dan mengonsumsi arus sekitar 0.31 A, sehingga daya yang dibutuhkan mencapai 0.992 W. Sementara itu, untuk pengukuran suhu tubuh digunakan sensor suhu tipe DS18B20 yang bekerja pada tegangan 3.3 V dengan arus sangat kecil sekitar 0.6 A. Daya yang dibutuhkan oleh sensor ini hanya sekitar 1.98 W. Selanjutnya, untuk pengukuran detak jantung digunakan sensor optik seperti Heart Pulse atau AK90 yang



bekerja pada tegangan 3.3 V dengan arus 0.8 A. Sehingga, daya yang dikonsumsi oleh sensor ini berkisar antara 2.64 W. Adapun untuk tampilan dari parameter dari tekanan darah, detak jantung, dan suhu tubuh menggunakan LCD I2C 20x4 yang bekerja pada tegangan 4.63 V dengan arus kerja rata-rata 0.13 A. Daya yang dikonsumsi oleh LCD I2C 20x4 yaitu sebesar 0.601 W

Gambar 5 merupakan penempatan setiap port sensor yaitu, sensor tekanan darah, detak jantung dan suhu tubuh, ini dirancang yang terhubung dengan ESP32 sebagai otaknya. Semua komponen elektronik alat ini dirakit di atas papan sirkuit cetak (PCB) yang dibuat khusus agar penataan jalur sinyal lebih rapi dan gangguan bisa diminimalkan. Alat ini mampu mengukur beberapa parameter penting kesehatan, seperti detak jantung dengan sensor Heart Rate, tekanan darah menggunakan tensimeter, dan suhu tubuh dengan sensor suhu DS18B20 yang akurat. ESP32 berfungsi untuk mengatur dan memproses data dari semua sensor tersebut, lalu menampilkannya ke layar LCD sebagai media monitoring. Seluruh rangkaian elektronik ini ditempatkan dalam wadah pelindung yang didesain agar komponen aman dari debu, kelembapan, dan benturan, sekaligus tetap memberikan akses mudah ke port dan tampilan pengguna yang rapi. Mikrokontroler NodeMCU ESP32 digunakan untuk membaca dan mengirim data keluaran dari sensor Heart Rate, DS18B20 dan Tensimeter yang sudah terkoneksi dengan WIFI agar bisa ditampilkan melalui aplikasi blynk.



Gambar 5. Penempatan komponen

Gambar 6 merupakan penempatan sensor tekanan darah pada pasien. Sensor tekanan darah di letakan pada bagaian pergelangan tangan bagian bawah. Pada saat pengukuran paseien di haruskan tidak banyak gerak karena hal tersebut mempengaruhi hasil dari sensor tersebut.





Gambar 6. Penempatan Alat Tensimeter

Gambar 7 merupakan penempatan alat atau sensor pada pasien. Untuk pengukurannya sensor di letakan pada ketiak. Metode ini dilakukan karena sangat umum pada tenaga medis atau bahkan pada manusia pada umumnya.



Gambar 7. Penempatan Sensor Suhu



Gambar 8 merupakan penempatan sensor detak jantung pada pasien. Sensor detak jantung diletakan pada telapak tangan jari telunjuk. Dengan cara menekan ringan pada pada area nadi telapak jari telunjuk sama, seperti tensimeter pada saat pengukuran paseien di haruskan tidak banyak gerak karena hal tersebut mempengaruhi hasil dari sensor tersebut.



Gambar 8. Penempatan sensor Detak Jantung

PEMBAHASAN

Tabel 1 merupakan hasil pengukuran tekanan darah sistolik yang dilakukan menggunakan dua alat, yaitu sensor tensimeter dan alat ukur tensimeter standar bermerek Omicron. Tensimeter Omicron memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut: tekanan statis $\pm 0,4$ kPa (± 3 mmHg), dengan rentang pengukuran tekanan darah antara 20–280 mmHg (2,7–37 kPa) dan denyut nadi antara 40–160 kali per menit. Akurasi pengukuran tekanan darah pada suhu 15°C hingga 25°C berada dalam ± 3 mmHg ($\pm 0,4$ kPa), sedangkan pada suhu 5°C hingga 40°C (di luar rentang 15°C–25°C) akurasinya adalah ± 6 mmHg ($\pm 0,8$ kPa). Untuk pengukuran denyut nadi, tingkat kesalahan yang diperbolehkan adalah $\pm 5\%$. Alat ini juga dirancang untuk beroperasi pada tekanan udara antara 85 kPa hingga 105 kPa dan dapat disimpan pada tekanan udara antara 50 kPa hingga 105 kPa. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa rata-rata tekanan darah sistolik yang diukur menggunakan sensor tensimeter adalah sebesar 124,06 mmHg. Sementara itu, alat ukur tensimeter standar mencatatkan rata-rata sebesar 123,26 mmHg. Selisih rata-rata antara kedua alat ini sangat kecil, yaitu hanya sebesar 0,80 mmHg. Selain itu, nilai rata-rata persentase *error* yang tercatat dari hasil perbandingan tersebut adalah sebesar 1,85%, yang masih berada dalam batas toleransi dan dapat dianggap wajar. Dengan tingkat selisih yang rendah serta nilai *error* yang minimal, sensor



ini dapat dipertimbangkan sebagai alat pengukur tekanan darah yang andal, khususnya dalam penggunaan pada sistem monitoring kesehatan elektronik atau perangkat medis berbasis teknologi digital.

Data	Sensor Tensimeter (mmHg)	Tensimeter Omicron (mmHg)	Error (%)
1	136	137	0.73
2	141	137	2.83
3	126	122	3.17
4	110	108	1.81
5	113	110	2.65
6	108	111	2.77
7	136	134	1.47
8	132	135	2.27
9	113	110	2.65
10	128	127	0.78
11	127	128	0.78
12	113	114	0.88
13	137	136	0.72
14	115	112	2.60
15	126	128	1.58
RATA RATA	124.06	123.26	1.85

Tabel 1. Hasil pengujian tensimeter dengan alat ukur

Tabel 2 merupakan hasil pengukuran tekanan darah diastolik yang dilakukan menggunakan dua jenis alat, yaitu sensor tensimeter berbasis digital dan alat ukur tensimeter standar dengan merek Omicron. Tensimeter standar Omicron memiliki spesifikasi teknis yang cukup lengkap, antara lain tekanan statis sebesar $\pm 0,4$ kPa atau ± 3 mmHg, dengan rentang pengukuran tekanan darah antara 20 hingga 280 mmHg (2,7–37 kPa) dan denyut nadi antara 40 hingga 160 kali per menit. Akurasi pengukuran alat ini berada dalam kisaran ± 3 mmHg ($\pm 0,4$ kPa) pada suhu ruangan normal 15°C hingga 25°C, dan ± 6 mmHg ($\pm 0,8$ kPa) jika digunakan di luar rentang suhu tersebut (5°C hingga 40°C). Untuk pengukuran denyut nadi, tingkat kesalahan yang diperbolehkan adalah $\pm 5\%$. Alat ini juga dirancang untuk dapat beroperasi dengan tekanan udara antara 85 kPa hingga 105 kPa, serta dapat disimpan dalam tekanan udara antara 50 kPa hingga 105 kPa. Berdasarkan data yang ditampilkan dalam tabel, diketahui bahwa rata-rata tekanan darah diastolik yang diukur menggunakan sensor tensimeter adalah sebesar 78,53 mmHg. Sementara itu, hasil pengukuran menggunakan alat tensimeter standar menunjukkan rata-rata sebesar 78,20 mmHg. Selisih antara kedua hasil tersebut sangat kecil, yakni



hanya sebesar 0,33 mmHg. Selain itu, nilai rata-rata persentase *error* yang tercatat dari perbandingan kedua alat tersebut adalah sebesar 3,05%. Meskipun terdapat sedikit perbedaan dalam pembacaan hasil, nilai tersebut masih berada dalam batas toleransi kesalahan pengukuran yang wajar dan dapat diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor tensimeter memberikan pembacaan yang cukup akurat dan sebanding dengan alat standar, sehingga layak digunakan dalam pemantauan tekanan darah secara praktis.

Data	Sensor Tensimeter (mmHg)	Tensimeter Omicron (mmHg)	Error(%)
1	89	87	2,24
2	91	90	1,09
3	84	82	2,38
4	65	67	3,07
5	63	65	3,17
6	64	68	6,25
7	85	89	4,70
8	84	83	1,19
9	68	65	4,41
10	82	84	2,43
11	88	89	1,13
12	81	79	2,46
13	72	71	1,38
14	85	81	4,70
15	77	73	5,19
RATA RATA	78,53	78,20	3,05

Tabel 2. Hasil pengujian tensimeter dengan alat ukur

Pada Tabel 3 merupakan perbandingan hasil pengukuran suhu antara sensor DS18B20 dan termometer standar bermerek ThermoOne. Termometer ThermoOne memiliki spesifikasi teknis dengan rentang pengukuran suhu antara 32°C hingga 42°C, tingkat akurasi sebesar $\pm 0,1^\circ\text{C}$ pada kisaran 35,5°C hingga 42,0°C, serta $\pm 0,2^\circ\text{C}$ pada suhu 32,0°C hingga 35,4°C. Alat ini juga memiliki kemampuan penyimpanan pada suhu -25°C hingga 55°C dengan kelembapan relatif hingga 95%, serta skala terkecil pengukuran sebesar 0,1°C. Dari hasil pengujian, diperoleh bahwa rata-rata suhu yang terukur oleh sensor DS18B20 adalah sebesar 35,60°C, sedangkan termometer ThermoOne mencatatkan rata-rata sebesar 35,69°C. Selisih antara kedua hasil tersebut hanya 0,09°C, yang menunjukkan perbedaan sangat kecil. Selain itu, nilai rata-rata persentase *error* yang dihitung dari perbandingan kedua alat ini hanya sebesar 0,93%, yang tergolong rendah dan dapat diterima dalam konteks pengukuran suhu secara umum. Meskipun terdapat sedikit variasi pada beberapa data pengukuran, hasil yang diperoleh secara keseluruhan menunjukkan bahwa sensor DS18B20 mampu memberikan pembacaan suhu yang cukup



mendekati alat ukur standar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensor ini cukup andal dan layak digunakan untuk keperluan pengukuran suhu, terutama pada aplikasi non-klinis atau sistem monitoring sederhana.

Data	DS18B20 (°C)	Termometer ThermoOne (°C)	Error (%)
1	35,2	35,9	1.98
2	36,2	36,1	0.27
3	34,9	35,2	0.85
4	35,6	35,1	1.40
5	34,9	34,7	0.57
6	35,7	35,4	0.84
7	36,1	36,4	0.83
8	35,1	35,2	0.28
9	36,1	36	0.27
10	35,5	36,9	3.94
11	35,7	35,9	0.56
12	35,6	35,8	0.56
13	36,1	35,8	0.83
14	36,2	36	0.55
15	35,1	35	0.28
RATA RATA	35,60	35,69	0,93

Tabel 3. Hasil pengujian DS18B20 dengan alat ukur

Tabel 4 merupakan hasil perbandingan pengukuran detak jantung antara perangkat AK90 dan oximeter standar bermerek LK87. Oximeter LK87 memiliki spesifikasi teknis berupa rentang pengukuran denyut nadi antara 30 hingga 240 denyut per menit (BPM), dengan tingkat akurasi ± 1 BPM atau 1% dari nilai yang diukur – menggunakan nilai yang lebih besar di antara keduanya sebagai acuan. Selain itu, alat ini dirancang untuk bekerja pada tekanan atmosfer dalam kisaran 70 kPa hingga 106 kPa. Berdasarkan hasil pengukuran yang ditampilkan, perangkat AK90 mencatatkan nilai rata-rata detak jantung sebesar 82,30 BPM, sedangkan oximeter standar mencatat rata-rata sebesar 81,86 BPM. Selisih antara kedua perangkat sangat kecil, yaitu hanya sebesar 0,44 BPM. Selain itu, nilai rata-rata error yang dihitung dari perbedaan kedua alat tersebut hanya sebesar 1,57%, yang tergolong sangat rendah dan masih dalam batas toleransi akurasi pengukuran. Meskipun terdapat sedikit variasi pada beberapa titik data, secara umum hasil pengukuran dari perangkat AK90 menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat baik dengan oximeter standar. Hal ini mengindikasikan bahwa perangkat AK90 memiliki performa yang cukup andal untuk digunakan dalam pemantauan detak jantung.



Data	AK90 (BPM)	Oximeter LK87 (BPM)	Error (%)
1	78	79	1,28
2	65	67	3,07
3	79	80	1,26
4	93	92	1,07
5	80	81	1,25
6	73	74	1,36
7	90	92	2,22
8	81	79	2,46
9	91	92	1,09
10	93	95	2,15
11	92	93	1,08
12	77	78	1,29
13	75	76	1,33
14	76	77	1,31
15	74	73	1,35
RATA RATA	82,30	81,86	1,57

Tabel 4. Hasil pengujian Ak90 dengan alat ukur

Berdasarkan Tabel 5 yang menampilkan hasil pengujian sistem dalam dua kondisi, yakni saat terhubung dan tidak terhubung ke internet, dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki kemampuan komunikasi data yang baik. Saat sistem terhubung dengan internet, data dari sensor berhasil ditampilkan secara real-time pada kedua media, yaitu LCD 4x20 sebagai tampilan lokal dan aplikasi *Blynk* sebagai tampilan berbasis cloud. Pembaruan data terjadi secara konsisten pada setiap sesi pengujian, yang menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan data secara simultan ke perangkat lokal maupun server *Blynk* selama koneksi internet tersedia. Kondisi ini menunjukkan bahwa fungsi komunikasi berbasis internet pada sistem berjalan secara optimal. Sebaliknya, saat sistem tidak terhubung ke internet, hasil pengujian menunjukkan bahwa data pada LCD 4x20 tetap dapat diperbarui secara lokal, sehingga informasi dari sensor masih dapat diakses oleh pengguna secara langsung. Namun, data pada aplikasi *Blynk* tidak mengalami pembaruan, yang ditandai dengan status "Tidak Terhubung" pada seluruh kolom *Blynk* dari pengujian 1 hingga 5. Hal ini dapat disimpulkan bahwa sistem hanya akan mengirimkan data ke server *Blynk* apabila terhubung ke internet, sedangkan pada kondisi tidak terhubung ke internet, fungsi tampilan lokal tetap berjalan sebagaimana mestinya. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem telah dirancang dengan baik untuk mendukung tampilan data.



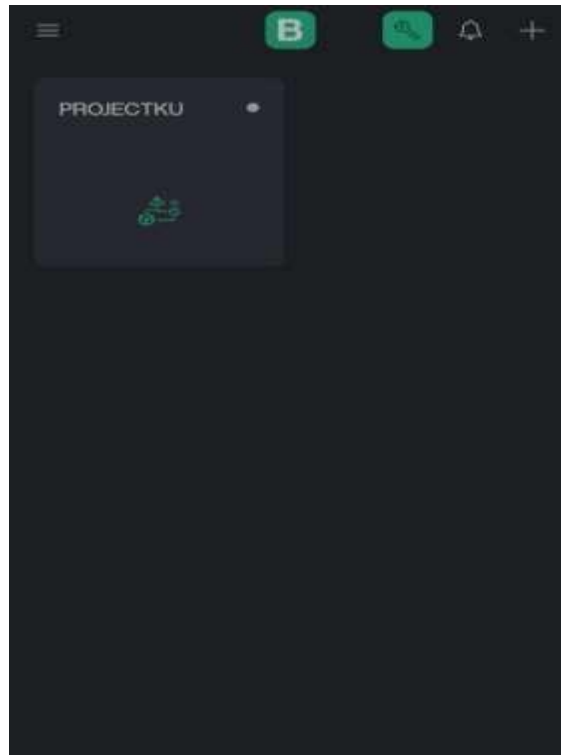
Pengujian	Status Internet	Data Terupdate	
		LCD 4x20	Blynk
1	Terhubung	Ya	Ya
2	Terhubung	Ya	Ya
3	Terhubung	Ya	Ya
4	Terhubung	Ya	Ya
5	Terhubung	Ya	Ya
6	Tidak Terhubung	Ya	Tidak
7	Tidak Terhubung	Ya	Tidak
8	Tidak Terhubung	Ya	Tidak
9	Tidak Terhubung	Ya	Tidak
10	Tidak Terhubung	Ya	Tidak

Tabel 5. Hasil pengujian sistem terhubung ke internet

Sistem program *Internet of Things* (IoT) ini menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang dijalankan pada *mikrokontroler* ESP32 untuk mengatur dan mengolah data yang diperoleh dari beberapa sensor, yaitu sensor detak jantung (Heart Rate), sensor suhu DS18B20, dan sensor tekanan darah (Tensimeter). Masing-masing sensor dilengkapi dengan library khusus yang memungkinkan sensor terhubung dan berkomunikasi dengan *mikrokontroler* ESP32, serta memungkinkan pembacaan data secara akurat oleh sistem. Sistem monitoring ini terintegrasi dengan aplikasi *Blynk* untuk menampilkan data keluaran secara real-time. Untuk menghubungkan ESP32 dengan aplikasi *Blynk*. Komunikasi antara ESP32 dan *Blynk* dikonfigurasi menggunakan virtual pin, yang berfungsi sebagai jalur data dari sensor menuju aplikasi *Blynk* sehingga setiap parameter dapat ditampilkan secara dinamis melalui *smartphone*.

Pada Gambar 15 ditampilkan antarmuka awal dari aplikasi *Blynk* yang digunakan dalam sistem ini, dengan nama proyek "PROJECTKU" sebagai wadah utama tampilan monitoring. Sementara itu, Gambar 16 memperlihatkan tampilan detail dari parameter-parameter yang dipantau, yaitu tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, detak jantung, suhu tubuh, serta status sistem secara keseluruhan.





Gambar 9. Tampilan Halaman Awal di Aplikasi *Blynk*



Gambar 10. Tampilan di Aplikasi *Blynk*



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem Internet of Things (IoT) untuk pemantauan kesehatan yang dirancang mampu berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tujuan awal. Sistem ini dapat melakukan pembacaan data dari berbagai sensor secara akurat dan menampilkannya secara real-time melalui aplikasi Blynk. Seluruh sensor yang digunakan dalam sistem menunjukkan hasil pengukuran yang cukup mendekati alat ukur standar, dengan selisih rata-rata yang kecil dan masih berada dalam batas toleransi. Pada pengujian tekanan darah, sensor tensimeter untuk tekanan sistolik menunjukkan rata-rata sebesar 123,80 mmHg, sedangkan alat ukur standar mencatat 124,33 mmHg, dengan selisih hanya 0,53 mmHg. Untuk tekanan diastolik, sensor mencatat rata-rata 75,60 mmHg dan alat ukur mencatat 74,86 mmHg, dengan selisih 0,74 mmHg. Sementara itu, pada pengukuran suhu tubuh menggunakan sensor DS18B20, diperoleh hasil rata-rata sebesar 35,61°C, sedangkan alat ukur standar menunjukkan 35,70°C, dengan selisih sangat kecil yaitu 0,09°C. Sedangkan untuk pengukuran detak jantung, sensor AK90 menghasilkan rata-rata 82,30 BPM, dan alat ukur menunjukkan 81,86 BPM, dengan selisih 0,44 BPM. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan performa yang baik dan data yang dihasilkan dapat dipercaya.

Selain itu, sistem juga tetap stabil dalam menampilkan data ke aplikasi Blynk selama koneksi internet tersedia. Dengan demikian, sistem IoT ini terbukti andal untuk digunakan sebagai alat bantu pemantauan kesehatan secara digital dan real-time. Sistem ini juga dapat dikembangkan dengan mengubah sumber yang awal dari PLN dapat diubah menggunakan baterai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih disampaikan kepada bapak saya Muhammad Shobirin, yang memberikan dukungan, dan semangat yang tak henti-hentinya. Ucapakan terimakasih juga kepada Bapak Mohammad Nasrul Mubin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya selama proses penyusunan laporan ini, serta kepada Bapak dan Ibu dosen di Program Studi Teknik Elektro yang telah membekali dengan ilmu dan pengalaman selama masa studi. Tak lupa, terima kasih juga ditujukan kepada teman-teman mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2021 dan teman teman Kost An Nisa Belakang yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan semangat selama proses penyusunan laporan ini ini. Ucapan terimakasih kepada Hayat Azizah Wati yang juga telah memberikan dukungan dan semangat untuk segera menyelesaikan laporan ini. Semoga semua kebaikan yang telah diberikan menjadi amal yang bernilai pahala di sisi-Nya.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. D. A. N. Pengendalian, *Standar Operasional Prosedur*. 2009.
- [2] B. Sahuleka, R. Lim, and P. Santoso, "Sistem Data Logging Sederhana Berbasis Internet Of Things untuk Pemantauan Suhu Tubuh dan Detak Jantung," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 29–35, 2018, doi: 10.9744/jte.11.1.29-35.
- [3] M. A. Sahuri, D. Hadidjaja, A. Wisaksono, and J. Jamaaluddin, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kondisi Suhu Tubuh Dan Jantung Pasien Saat Perawatan Berbasis Internet of Things (Iot)," *Dinamik*, vol. 26, no. 2, pp. 68–79, 2021, doi: 10.35315/dinamik.v26i2.8691.
- [4] Rahmat Widadi, "Telemonitoring Denyut Jantung Dan Suhu Tubuh Terintegrasi Android Smartphone Berbasis Internet of Things (IoT)," *Electrician*, vol. 16, no. 1, pp. 102–109, 2022, doi: 10.23960/elc.v16n1.2232.
- [5] W. Aritonang, I. A. Bangsa, and R. Rahmadewi, "Implementasi Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor Tekanan MPX5700AP menggunakan Mikrokontroler Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress," *J. Ilm. Wahana ...*, vol. 7, no. 1, pp. 153–160, 2021, doi: 10.5281/zenodo.4541278.
- [6] M. A. Adrian, M. R. Widiarto, and R. S. Kusumadiarti, "Health Monitoring System dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Petik*, vol. 7, no. 2, pp. 108–118, 2021, doi: 10.31980/jpetik.v7i2.1230.
- [7] M. Zuhdi, K. Kosim, J. Ardhuha, W. Wahyudi, and M. Taufik, "Keunggulan Pengukuran Tekanan Darah Menggunakan Tensimeter Digital Dibandingkan dengan Tensimeter Spring dan Tensimeter Raksa," *J. Penelit. dan Pembelajaran Fis. Indones.*, vol. 2, no. 2, pp. 4–7, 2020, doi: 10.29303/jppfi.v2i2.58.
- [8] Y. Yuniadi, "Mengatasi Aritmia, Mencegah Kematian Mendadak," *eJournal Kedokt. Indones.*, vol. 5, no. 3, 2018, doi: 10.23886/ejki.5.8192.139-46.
- [9] A. Gamara and A. Hendryani, "Rancang Bangun Alat Monitor Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Berbasis Android," *J. Sehat Mandiri*, vol. 14, no. 2, pp. 1–9, 2019, doi: 10.33761/jsm.v14i2.140.

