

Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Detak Jantung, Suhu Tubuh, dan Cairan Infus Berbasis *Internet of Things*

Ibrahim Yusuf Zaki

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia

e-mail: ibrahim.19020@mhs.unesa.ac.id

Lilik Anifah, Farid Baskoro, Pradini Puspitaningayu

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia

e-mail: lilikanifah@unesa.ac.id, faridbaskoro@unesa.ac.id, pradinipuspitaningayu@unesa.ac.id

Abstrak

Jumlah pasien yang dapat ditampung di dalam ruang ICU sangatlah terbatas. Selama di ruang ini, pasien akan terus dipantau 24 jam oleh tenaga medis dan juga pasien akan dipasangkan berbagai alat bantu untuk menunjang kehidupan pasien. Selama ini pengambilan data dari kondisi tubuh pasien masih dilakukan menggunakan pengambilan data secara manual dan juga terkadang para petugas medis lupa untuk mengganti cairan infus pasien secara tepat waktu. Hal ini dirasa kurang efisien dan rawan menyebabkan kondisi pasien memburuk. Oleh karena itu proses otomatisasi perlu dilakukan untuk mempermudah tenaga medis dalam melakukan *monitoring* pada pasien. Sehingga dirancanglah sebuah sistem *monitoring* kondisi jantung, suhu tubuh, dan cairan infus pasien secara *realtime* berbasis *internet of things* yang bertujuan untuk mempermudah petugas medis dalam memonitoring kondisi pasien melalui web yang dapat diakses dari PC selama terhubung dengan koneksi web. alat ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk dapat mengakses web dan menggunakan berbagai sensor seperti sensor detak jantung MAX30102, sensor suhu tubuh MLX90614, dan sensor level cairan XKCY25. dan beberapa komponen pendukung.

Kata Kunci: MAX30102, MLX90614, XKCY25, *Monitoring*, *Internet of Things*

Abstract

The number of patients that can be accommodated in the ICU is very limited. While in this room, the patient will continue to be monitored 24 hours by medical personnel and the patient will also be fitted with various assistive devices to support the patient's life. So far, data collection from the patient's body condition is still done using manual data collection and also sometimes the medical staff forgets to replace the patient's infusion fluids in a timely manner. This is considered less efficient and prone to causing the patient's condition to worsen. Therefore the automation process needs to be done to make it easier for medical personnel to monitor patients. So a system for monitoring heart conditions, body temperature, and patient infusion fluids was designed in real time based on the internet of things which aims to make it easier for medical staff to monitor patient conditions via the web which can be accessed from a PC while connected to a web connection. This tool uses the NodeMCU ESP8266 microcontroller to be able to access the web and use various sensors such as the MAX30102 heart rate sensor, the MLX90614 body temperature sensor, and the XKCY25 liquid level sensor. and several supporting components.

Keywords: MAX30102, MLX90614, XKCY25, *Monitoring*, *Internet of Things*

PENDAHULUAN

Tanda-tanda vital manusia adalah perkiraan elemen dasar tubuh manusia yang digunakan untuk mengidentifikasi kondisi medis dalam tubuh seseorang (Syarifudin, 2019). Pengukuran tanda-tanda vital dilakukan untuk menggambarkan masalah medis individu secara keseluruhan. pengukuran ini juga dapat memberikan tanda-tanda penyakit seseorang, serta menggambarkan tingkat kelayakan pengobatan yang dianut. Ada 4 tanda yang sangat diperlukan untuk dapat mengetahui kesehatan, yaitu pernafasan, denyut nadi, suhu tubuh, dan tekanan darah. (Akbar, 2018).

Suhu tubuh orang dewasa normal adalah $36,5^{\circ}$ - $37,5^{\circ}$ C. Sementara itu, tingkat suhu tubuh orang dewasa yang tidak wajar untuk adalah 40° C (104° F). Detak jantung normal orang dewasa, adalah 60 - 100 detak/menit. Sementara itu, detak jantung yang tidak normal adalah <45 denyut/menit dan >130

denyut/menit. Laju pernapasan normal orang dewasa, adalah 12 - 20 napas/menit. Sedangkan frekuensi nafas yang tidak normal adalah <10 napas/menit dan >26 napas/menit. Tekanan darah normal orang dewasa adalah 90 - 130 mm Hg sistolik dan 60 - 90 mm Hg diastolik. Sementara itu, tekanan darah sistolik tidak normal <80 mm Hg dan >200 mm Hg. Selain itu, kualitas diastolik yang tidak normal <55 mm Hg, >120 mm Hg (Schriger, 2012).

Tanda – tanda vital atau disebut TTV dapat diperiksa secara fisik atau dilakukan secara otomatis. Pengamatan manual dilakukan dengan cara seseorang memperkirakan dan merekam informasi secara fisik dalam jangka waktu tertentu, sedangkan pengecekan otomatis dilakukan melalui informasi yang direkam oleh alat dan informasi tersebut disimpan di alat tersebut atau dikirim dan disimpan ke perangkat lain.

Intensive Care Unit (ICU) adalah unit pelayanan kesehatan yang kegiatannya umumnya sibuk menangani dan benar-benar fokus pada pasien yang kondisinya kritis dengan pelaksana *life backing* dan manajemen terpusat. (Pondi, 2020). Pasien yang berada pada ruang ICU biasanya akan dipasangkan alat untuk memonitoring TTV mereka. Selain dipasangkan alat untuk memonitoring TTV, pasien juga di dipasangkan infus. Perawatan intravena atau infus adalah cairan bersih yang dimasukkan melalui jarum, langsung menuju pembuluh darah pasien. Biasanya cairan ini mengandung berbagai macam elektrolit, suplemen, dan nutrisi atau obat - obatan (Asyari, 2021).

Jumlah pasien yang dapat ditampung di dalam ruang ICU sangatlah terbatas. selama berada di ruangan ini, pasien akan terus diawasi secara penuh oleh petugas medis. Selain dipantau dengan ketat, pasien juga akan dipasangkan berbagai alat bantu untuk menunjang kehidupan pasien.

Salah satu rintangan yang dihadapi saat ini adalah para tenaga medis masih melakukan pengambilan data serta pengecekan kondisi pasien secara manual. Selama ini petugas medis akan mencatat tentang kondisi pasien secara berkala setiap beberapa saat dengan melakukan pemeriksaan pada pasien. Terkadang juga para petugas medis lupa untuk mengganti cairan infus pasien secara tepat waktu. Hal ini dirasa kurang efisien dan rawan menyebabkan kondisi pasien memburuk. Selain itu tidak adanya *monitoring* kondisi jantung, suhu tubuh, dan cairan infus pasien secara *realtime* membuat tenaga medis harus melakukan pemeriksaan secara manual kepada pasien. Oleh karena itu proses otomatisasi perlu dilakukan untuk mempermudah tenaga medis dalam melakukan *monitoring* pada pasien.

Dalam penelitian Utomo tahun 2019 yang berjudul *monitoring heart rate dan saturasi oksigen* melalui *smartphone*. Alat ini menggunakan sistem IoT dan menggunakan sensor MAX30100, untuk mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino nano dan ESP01 sebagai perangkat untuk mengolah informasi dan menyambungkan ke Wi-Fi. Informasi fungsi tubuh yang dimonitoring akan ditampilkan pada blynk di ponsel Android.

Dalam penelitian Sucipta tahun 2021 yang berjudul prototipe pemantauan tetes cairan infus berbasis IoT terkoneksi perangkat android. Alat ini memakai *Optocoupler* sensor sebagai pencari tetesan cairan infusi, Untuk memutar selang infus alat ini menggunakan Servo SG90, dan Mikrokontroler yang digunakan pada alat ini adalah ESP32 sebagai pengatur. Peralatan dan perangkat android harus menggunakan WiFi yang sama. Informasi dari data data sensor akan disimpan ke kumpulan data dan selanjutnya diterima oleh mikrokontroler untuk menggerakkan sensor dan

servo. Sedangkan pada aplikasi android dapat dilihat sisa cairan infus yang masih ada.

Dalam penelitian Asyari tahun 2021 yang berjudul alat *monitoring* infus berbasis IoT. Alat ini dibuat untuk mengamati cairan infus dan sudah terhubung dengan internet. Alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino dan NodeMCU. Keadaan cairan infus juga akan diperiksa penurunannya dengan memberikan pemberitahuan pada setiap jumlah penurunan serta memberikan pemberitahuan terlebih dahulu jika cairan infus tinggal sedikit dan apabila darah naik sehingga menyebabkan saluran infus tersumbat dan terhalang. Hal ini akan terbaca oleh sensor warna dan *load cell* kemudian data tersebut akan dikirimkan ke ponsel dengan aplikasi Blynk. Peringatan atau teguran akan dikirimkan pada ponsel dan juga sinyal akan berbunyi jika infus telah habis atau saluran infus terhalang oleh darah. Alat ini juga memiliki LCD yang terpasang pada perangkat, sehingga pengecekan juga dapat dilakukan secara langsung.

Berdasarkan penelitian tersebut, penulis melakukan pengembangan dengan cara, alat yang akan dibuat ini akan dapat melakukan *monitoring* pada detak jantung, dan suhu tubuh secara *continous* serta dapat memantau keadaan infus pasien. Hasil *monitoring* dari alat ini akan ditampilkan pada halaman *website* sehingga para petugas medis dapat melakukan *monitoring* kepada pasien dengan lebih mudah.

Kelebihan penelitian ini dari penelitian terdahulu adalah penggunaan 3 sensor yang telah terintegrasi dan penampilan data sensor akan ditampilkan pada *website*, sehingga para petugas medis akan dapat memantau kondisi pasien dengan lebih mudah. Sensor yang terintegrasi adalah sensor MAX30102, sensor MLX90614, sensor XKCY25.

Untuk pembacaan detak jantung pada pasien alat ini menggunakan sensor MAX30102 yang nantinya akan dipasangkan kepada jari pasien. Untuk pembacaan suhu tubuh pada pasien sensor yang digunakan adalah sensor suhu tubuh MLX90614. Untuk pembacaan kondisi infus pada pasien, alat ini menggunakan sensor XKC-Y25.

Tanda – Tanda Vital

Tanda-tanda vital manusia adalah perkiraan elemen dasar tubuh manusia yang digunakan untuk mengidentifikasi kondisi medis dalam tubuh seseorang (Syarifudin, 2019). Pengukuran tanda-tanda vital dilakukan untuk menggambarkan masalah medis individu secara keseluruhan. pengukuran ini juga dapat memberikan tanda-tanda penyakit seseorang, serta menggambarkan tingkat kelayakan pengobatan yang dianut. Ada 4 tanda yang sangat diperlukan untuk dapat mengetahui kesehatan, yaitu pernafasan, denyut nadi, suhu tubuh, dan tekanan darah. (Akbar, 2018).

1. Suhu Tubuh

Suhu tubuh orang dewasa normal adalah 36,5° - 37,5°

C. Sementara itu, tingkat suhu tubuh orang dewasa

yang tidak wajar untuk adalah 40° C (104° F).

2. Denyut Jantung

Detak jantung normal orang dewasa, adalah 60 - 100 detak/menit. Sementara itu, detak jantung yang tidak normal adalah <45 denyut/menit dan >130 denyut/menit.

Perkiraan denyut jantung seseorang dapat berbeda tergantung pada jumlah usia, dan jenis pekerjaan fisik apa yang dilakukan. Pada Tabel 1 dapat dilihat perkiraan nilai detak jantung (detak per menit atau bpm) dengan rentang usia.

Tabel 1 Perkiraan detak jantung dengan rentang usia

No	Usia	bpm
1	Baru lahir	100 - 160
2	0 - 5 bulan	90 - 150
3	6 - 12 bulan	80 - 140
4	1 - 3 tahun	80 - 130
5	3 - 4 tahun	80 - 120
6	6 - 10 tahun	70 - 110
7	11 - 14 tahun	60 - 105
8	15 tahun ke atas	60 - 100

3. Laju Pernapasan

Laju pernapasan normal orang dewasa, adalah 12 - 20 napas/menit. Sedangkan frekuensi nafas yang tidak normal adalah <10 nafas/menit dan >26 nafas/menit.

4. Tekanan Darah

Tekanan darah normal orang dewasa adalah 90 - 130 mm Hg sistolik dan 60 - 90 mm Hg diastolik. Sementara itu, tekanan darah sistolik tidak normal <80 mm Hg dan > 200 mm Hg. Selain itu, kualitas diastolik yang tidak normal < 55 mm Hg, > 120 mm Hg (Schriger, 2012).

Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah *board* elektronik yang memiliki chip ESP8266 memiliki kemampuan untuk dijadikan sebagai mikrokontroler dan juga memiliki koneksi WiFi. Alat ini memiliki beberapa pin I/O sehingga dapat dijadikan untuk aplikasi pengecekan dan pengendalian untuk proyek IoT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram menggunakan Arduino IDE. NodeMCU ESP8266 ini memiliki port USB sehingga akan mempermudah pemrograman (Dewi, 2019).

Sensor Detak Jantung MAX30102

Modul sensor MAX30102 adalah sejenis sensor yang dapat mengenali denyut nadi serta tingkat panas tubuh manusia. Sensor ini memiliki LED berwarna merah dan juga dilengkapi inframerah dengan *photodetector* yang terletak berdekatan satu sama lain dan memiliki nilai kebisingan rendah. Sebagai aturan umum, sensor ini

digunakan pada perangkat kesehatan untuk memantau kondisi tubuh secara berkala selama berolahraga melalui ponsel, tablet, dan perangkat lain yang dapat mendukung sensor tersebut. (Savitri, 2020).

Sensor Suhu Tubuh MLX90614

Sensor MLX90614 adalah sensor untuk mengukur suhu dengan menggunakan radiasi *infrared*. MLX90614 terdiri dari pengidentifikasi *thermopile infrared* MLX81101 dan pencetakan sinyal ASSP MLX90302 untuk menangani hasil dari sensor *infrared*. *Thermopile* terdiri dari lapisan yang terbuat dari silikon dan terdapat banyak termokopel didalamnya, sehingga radiasi *infrared* yang berasal dari suatu benda akan ditangkap oleh lapisan tersebut. Sensor MLX90614 sangat berharga karena tidak memerlukan kontak secara fisik (Sokku, 2019).

Sensor Cairan Infus XKCY25

Sensor cairan infus XKCY25 menggunakan chip yang kuat dan memiliki kecepatan yang tinggi sehingga pengenalan level cairan non - kontak dapat dilakukan dengan lebih mudah dan cepat. Karena tidak terjadinya kontak dengan cairan secara langsung membuat sensor ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi zat berbahaya dan beracun, asam padat, antasida padat, dan berbagai macam cairan dalam kompartemen kedap air di bawah tegangan tinggi (Harlin, 2019).

Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang mampu mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer akan menimbulkan getaran suara apabila diberi besaran tegangan listrik tertentu sesuai dengan penentuan bentuk dan ukuran buzzer. Pada umumnya buzzer digunakan sebagai peringatan karena sangat mudah digunakan, yaitu dengan cara memberikan tegangan, kemudian sinyal elektronik tersebut akan mengeluarkan getaran suara sebagai gelombang suara yang dapat didengar oleh manusia (Ratnasari, 2018).

Arduino IDE

Integrated Development Environment (IDE). IDE adalah pemrograman yang berperan penting dalam pemrograman mikrokontroler. Terlepas dari banyaknya modul pendukung, Arduino telah menjadi dasar keputusan oleh banyak ahli. Salah satu alasan Arduino dapat menarik perhatian banyak orang adalah karena Arduino bersifat *open source*, baik *hardware* maupun pemrograman (Santoso, 2022).

ThingSpeak

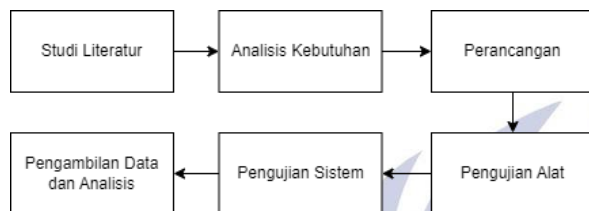
ThingSpeak adalah akses jaringan yang menawarkan semacam bantuan untuk aplikasi IoT. ThingSpeak adalah panduan yang berisi aplikasi *open source* dan API untuk menyimpan dan memulihkan informasi dari perangkat lain menggunakan HTTP melalui web atau melalui LAN.

Memfaatkan ThingSpeak, seseorang dapat membuat aplikasi pencatatan sensor, aplikasi *area following*, dan komunitas informal apa pun yang terkait dengan web dengan pemberitahuan (Sorongan, 2018).

METODE

Tahap Pengerjaan

Untuk membuat sistem *monitoring* detak jantung, suhu tubuh, dan cairan infus berbasis *internet of things* maka diperlukan beberapa tahapan pengerjaan. Adapun tahapannya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Pengerjaan

Adapun penjelasan dari tahap pengerjaan penelitian sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada proses ini penulis melakukan pengumpulan data dan informasi yang diperlukan dalam membuat sistem *monitoring* detak jantung, suhu tubuh, dan cairan infus berbasis *internet of things*. Dalam tahap ini penulis mencari referensi dari berbagai sumber yang terpercaya dan melakukan peninjauan pustaka melalui buku ataupun jurnal ilmiah.

2. Analisa Kebutuhan

Pada proses ini penulis menganalisa kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam membuat sistem *monitoring* detak jantung, suhu tubuh, dan cairan infus berbasis *internet of things*.

3. Perancangan

Pada tahapan ini penulis mulai merancang alat dengan perakitan beberapa komponen (*hardware*) terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan proses pemrograman alat.

4. Pengujian Alat

Pada tahapan ini penulis mulai melakukan pengujian alat yang dibuat apakah sudah sesuai dengan alat pembanding yang telah ditentukan, sehingga jika terjadi kesalahan dapat segera di atasi.

5. Pengujian Sistem

Pada tahapan ini penulis mulai melakukan pengujian sistem pada *website* ThingSpeak yang telah dibuat dengan cara mengukur waktu *delay* pada pengiriman data menggunakan RTT (*Round-trip Time*) dan melakukan perbandingan antara data yang ditampilkan pada serial monitor dengan data yang ditampilkan pada *website*

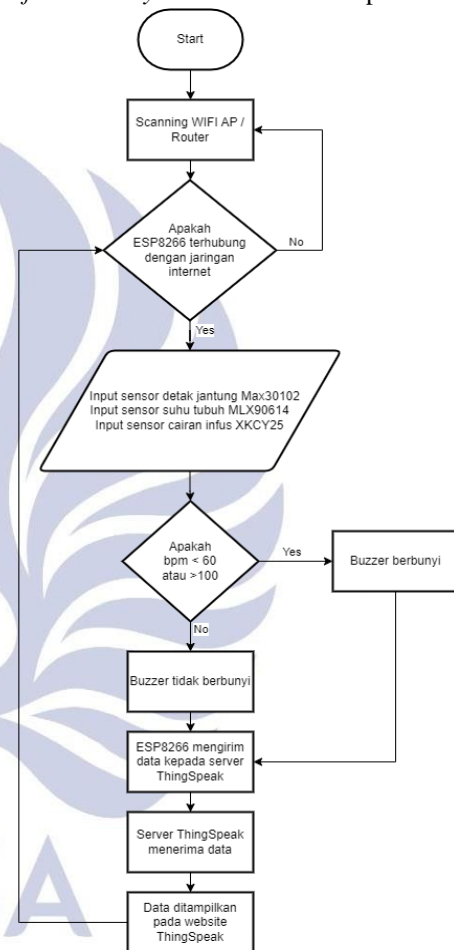
ThingSpeak.

6. Pengambilan Data dan Analisis

Pada tahapan ini penulis mulai melakukan pengambilan data dari alat yang telah dibuat, kemudian melakukan analisis apakah alat tersebut memiliki eror yang besar atau tidak.

Flowchart

Perancangan *flowchart* dilakukan dengan tujuan agar proses kerja alat lebih jelas dan sistematis sehingga memudahkan dalam proses perancangan alat tersebut. Adapun *flowchart system* alat ini tertera pada Gambar 2.



Gambar 2 Flowchart Alat Monitoring Detak Jantung, Suhu Tubuh, dan Cairan Infus

Pada Gambar 2 dijelaskan bahwa proses alat *monitoring* detak jantung suhu tubuh dan cairan infus dimulai dengan melakukan *scanning WIFI access point / router* kemudian dilakukan pengecekan apakah ESP8266 sudah terhubung ke jaringan internet, jika sudah maka program akan terus berlanjut, jika belum maka program akan melakukan *scanning WIFI AP / router* ulang. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan input nilai sensor detak jantung MAX30102, sensor suhu tubuh MLX90614, sensor cairan infus XKCY25, jika nilai bpm < 60 atau > 100 maka buzzer akan berbunyi, jika tidak maka buzzer tidak akan berbunyi. Kemudian dilanjutkan dengan ESP8266 yang mengirimkan data ke server ThingSpeak, lalu server ThingSpeak menerima data

tersebut. Selanjutnya data yang diterima server ThingSpeak tersebut akan ditampilkan pada *website* ThingSpeak. Hal ini akan terus berulang dan akan selesai jika ESP8266 tidak terhubung dengan jaringan internet.

Evaluasi Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi pada bpm, suhu tubuh, dan cairan infus. Pengambilan data bpm pada MAX30102 akan dibandingkan dengan dengan Oximeter. Jika perbandingan data antara MAX30102 dan Oximeter memiliki % *error* yang terlalu tinggi, maka alat tersebut akan dikalibrasi ulang. Untuk mengetahui % *error* pada

pengujian alat ini dapat dilakukan dengan rumus :

$$\% \text{ Error bpm} = \frac{x}{y} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

X = Selisih nilai sensor MAX30102 dengan *oximeter*

Y = Bacaan dari alat pembanding (*oximeter*)

Pada saat pengambilan data jika bpm pasien dibawah 60 atau diatas 100 maka buzzer akan berbunyi sebagai indikator bahwa kondisi bpm pasien sedang tidak normal.

Pengambilan data suhu tubuh pada sensor MLX90614 akan dibandingkan dengan *thermometer*. Jika perbandingan data antara sensor MLX90614 dan termometer memiliki % *error* yang terlalu tinggi, maka alat tersebut akan dikalibrasi ulang. Untuk mengetahui % *error* pada pengujian alat ini dapat dilakukan dengan rumus :

$$\% \text{ Error suhu tubuh} = \frac{x}{y} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

X = Selisih nilai sensor MLX90614 dengan *thermometer*

Y = Bacaan dari alat pembanding (*thermometer*)

Pengambilan data pada cairan infus akan dibandingkan dengan cara melakukan pengecekan pada sensor XKCY25 dan melakukan pengecekan secara visual.

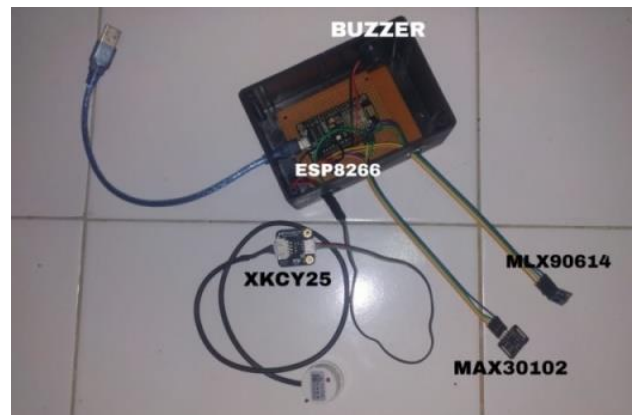
Untuk evaluasi pengujian sistem penulis mulai melakukan pengujian sistem pada *website* ThingSpeak yang telah dibuat dengan cara mengukur waktu *delay* pada pengiriman data menggunakan RTT (*Round-trip Time*). RTT adalah periode waktu yang diperlukan untuk sinyal dari sumber untuk dikirim dari tujuan, dan kembali ke sumber dengan memberikan pengenalan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe Sistem *Monitoring* Detak Jantung, Suhu Tubuh, dan Cairan Infus

Penelitian ini menghasilkan keberhasilan dalam membuat *prototype* sistem *monitoring* detak jantung, suhu tubuh, dan cairan infus berbasis *internet of things* yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Rangkaian tersebut menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, buzzer, sensor detak jantung MAX30102, sensor suhu tubuh MLX90614, dan sensor cairan infus XKCY25.



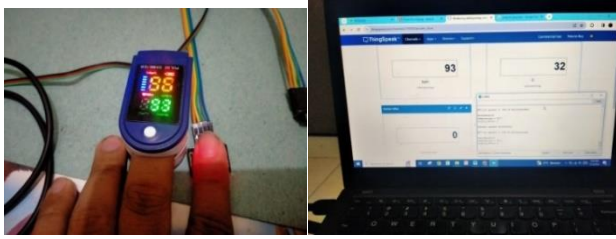
Gambar 3 Prototipe sistem *monitoring* detak jantung, suhu tubuh, dan cairan infus berbasis *internet of things*

Prototipe sistem *monitoring* detak jantung, suhu tubuh, dan cairan infus berbasis *internet of things* ini dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan. Untuk pengukuran bpm akan menggunakan sensor MAX30102, sensor ini dapat bekerja dengan cara meletakkan jari kita diatas sensor, kemudian sensor akan membaca dan akan menampilkan nilai dari bpm tersebut. Jika nilai bpm < 60 atau > 100 maka buzzer akan berbunyi. Untuk pengukuran suhu tubuh akan menggunakan sensor MLX90614, sensor ini bekerja dengan cara mengarahkan sensor kepada bagian tubuh kita, kemudian sensor akan membaca dan akan menampilkan nilai dari suhu tubuh kita. Untuk pengukuran cairan infus akan menggunakan sensor XKCY25, sensor ini dapat bekerja dengan cara meletakkan sensor pada kantong infus, kemudian sensor akan membaca dan akan menampilkan nilai dari kantong infus tersebut. Jika pembacaan nilai sensor bernilai 1 maka cairan infus masih tersedia, namun jika nilai sensor bernilai 0 maka cairan infus habis dan infus harus segera diganti dengan yang baru.

Dari pembacaan ke 3 nilai sensor tersebut ESP8266 akan mengirimkan data dari masing masing sensor menuju server ThingSpeak, kemudian server ThingSpeak akan menerima data tersebut dan data - data tersebut akan ditampilkan pada *website* ThingSpeak.

Analisis Kinerja dari Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Detak Jantung, Suhu Tubuh, dan Cairan Infus

1. Analisis Kinerja Sensor Detak Jantung MAX30102
Analisis kinerja sensor detak jantung MAX30102 dilakukan dengan cara melakukan pengujian pada nilai bpm. Untuk pengujian dari sensor detak jantung MAX30102 ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Pengujian pada sensor detak jantung MAX30102

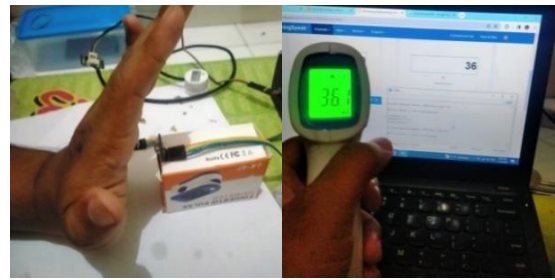
Pada pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan jari di atas sensor MAX30102 dan diambil beberapa *sample* yaitu sepuluh kali pengujian, pada saat yang bersamaan jari yang lainnya dipasangkan *oximeter*. Hasil dari data sensor MAX30102 akan dibandingkan dengan hasil data dari *oximeter*. Hasil pengujian nilai sensor MAX30102 dengan *oximeter* dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Pengujian sensor detak jantung MAX30102 dengan *Oximeter*

Pengujian	Nilai		Error
	Sensor MAX30102	<i>Oximeter</i>	
1	93	95	2,10%
2	93	94	1,06%
3	93	93	0%
4	100	99	1,01%
5	93	94	1,06%
6	93	93	0%
7	100	98	2,04%
8	100	99	1,01%
9	107	100	7%
10	100	97	3,09%
Average Error			1,83%

Jadi berdasarkan Tabel 2 untuk *average error* nilai dari pengujian sensor detak jantung MAX30102 dengan *oximeter* yang diukur dengan menggunakan persamaan (1) adalah sebesar 1,83% dan pada saat nilai bpm dari MAX30102 < 60 atau > 100 maka buzzer akan berbunyi.

- Analisis Kinerja Sensor Suhu Tubuh MLX90614
Analisis kinerja sensor suhu tubuh MLX90614 dilakukan dengan cara melakukan pengujian pada nilai suhu dalam bentuk celcius. Untuk pengujian dari sensor suhu tubuh MLX90614 ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Pengujian pada sensor suhu tubuh MLX90614

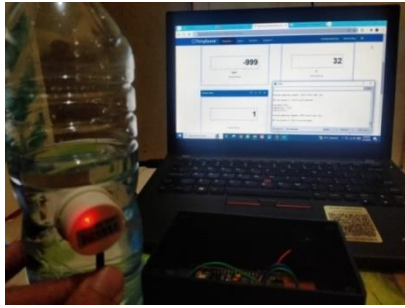
Pada pengujian ini dilakukan dengan cara mengarahkan sensor MLX90614 ke tubuh kita, kemudian diambil beberapa *sample* yaitu sepuluh kali pengujian, pada saat yang bersamaan *thermometer* diarahkan ke bagian tubuh yang sama seperti sensor MLX90614. Pada pengujian kali ini *thermometer* yang digunakan adalah *infrared thermometer*. Hasil dari data sensor MLX90614 akan dibandingkan dengan hasil data dari *thermometer*. Hasil pengujian nilai sensor MLX90614 dengan *thermometer* dapat dilihat pada 3.

Tabel 3 Pengujian sensor suhu tubuh MLX90614 dengan *Thermometer*

Pengujian	Nilai		Error
	Sensor MLX90614	<i>Thermometer</i>	
1	34	36,2	6,07%
2	34	36	5,55%
3	35	35,9	2,50%
4	35	36,1	3,04%
5	35	35,9	2,50%
6	35	36,4	3,84%
7	34	36,4	6,59%
8	34	35,9	5,29%
9	35	36	2,77%
10	35	36,4	3,84%
Average Error			4,19%

Jadi berdasarkan Tabel 3 untuk *average error* nilai dari pengujian sensor suhu tubuh MLX90614 dengan *thermometer* yang diukur dengan menggunakan persamaan (2) adalah sebesar 4,19%.

- Analisis Kinerja Sensor Cairan Infus XKCY25
Analisis kinerja sensor cairan infus XKCY25 dilakukan dengan cara melakukan pengujian pada kantong infus untuk mengetahui apakah cairan yang berada pada kantong infus tersebut masih ada atau sudah habis. Namun pada percobaan kali ini kantong infus akan diganti dengan botol plastik dan cairan infus akan diganti dengan air. Untuk pengujian dari sensor cairan infus XKCY25 ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pengujian pada sensor cairan infus XKCY25

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara mengarahkan sensor XKCY25 kepada botol yang berisi air dan diambil beberapa *sample* yaitu sepuluh kali pengujian, dengan data seperti yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengujian sensor cairan infus XKCY25 dengan pengecekan secara visual pada botol plastik

Pengujian	Nilai Sensor XKCY25	Pengecekan Secara Visual
1	1	Ada
2	1	Ada
3	1	Ada
4	1	Ada
5	1	Ada
6	0	Tidak ada
7	0	Tidak ada
8	0	Tidak ada
9	0	Tidak ada
10	0	Tidak ada

Jadi berdasarkan Tabel 4 presentase *error* untuk pengujian nilai sensor cairan infus XKCY25 adalah sebesar 0% dikarenakan tidak dapat ditemukannya perbedaan antara hasil dari nilai sensor dengan pengecekan secara visual.

Analisis Kinerja dari Hasil Sistem *Internet of Things* Berbasis Website

1. Analisis Kinerja RTT

Analisis kinerja dari hasil sistem *internet of things* dilakukan dengan cara melakukan pengujian pada RTT (*Round Trip Time*). Untuk pengujian dari RTT ini dapat dilihat pada Gambar 7.

```
heartRate=62
temperature = 31°C
Liquid_level= 0

Channel update successful.

RTT for packet 1: 284.00 milliseconds
```

Gambar 7 Screenshot Pengujian pada RTT

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara mengirim data sensor ke ThingSpeak dan diambil beberapa *sample* yaitu sepuluh kali pengujian, dengan data seperti yang tertera pada Tabel 5.

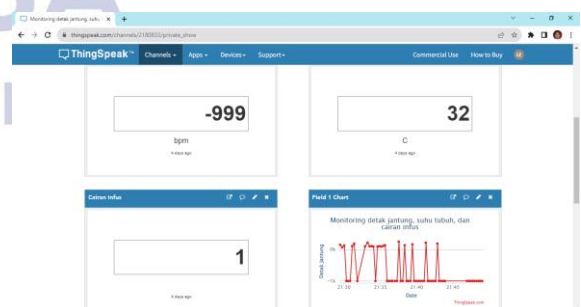
Tabel 5 RTT Kirim Data dari Sistem ke ThingSpeak

Pengujian	RTT (milliseconds)
1	276
2	305
3	282
4	299
5	281
6	289
7	273
8	291
9	304
10	284

Berdasarkan data tersebut maka dapat dilihat bahwasannya nilai terendah (*minimum*) dari RTT untuk mengirim data sistem ke *web* adalah sebesar 273 *milliseconds*. Sedangkan untuk nilai tertinggi (*maximum*) dari RTT kirim data sistem ke *web* adalah sebesar 305 *milliseconds*. Berdasarkan hasil pengujian RTT pada Tabel 5 dapat dikatakan bahwa performa dari *website* ini kurang baik, karena memiliki RTT diatas 200 *milliseconds* sehingga pengguna mengalami waktu tunggu atau waktu muat halaman yang lama.

2. Analisis kinerja ThingSpeak

Analisis kinerja ThingSpeak dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil dari serial monitor dengan tampilan yang ada pada ThingSpeak. Untuk pengujian kinerja dari ThingSpeak ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Pengujian pada ThingSpeak

Pada pengujian ini dilakukan dengan melihat perbedaan data yang ada pada serial monitor dengan data yang ditampilkan pada *website* ThingSpeak. Data yang diambil beberapa *sample* yaitu sepuluh kali pengujian, dengan data seperti yang tertera pada Tabel 6.

Tabel 6 Analisis kinerja ThingSpeak

Pengujian	A	B	C	D	E	F
1	93	93	34	34	1	1
2	93	93	34	34	1	1
3	93	93	35	35	1	1
4	100	100	35	35	1	1
5	93	93	35	35	1	1
6	93	93	35	35	0	0
7	100	100	34	34	0	0
8	100	100	34	34	0	0
9	107	107	35	35	0	0
10	100	100	35	35	0	0

Keterangan:

- A : Nilai dari sensor detak jantung MAX30102 pada serial monitor
 B : Nilai dari sensor detak jantung MAX30102 pada ThingSpeak
 C : Nilai dari sensor suhu tubuh MLX90614 pada serial monitor
 D : Nilai dari sensor suhu tubuh MLX90614 pada ThingSpeak
 E : Nilai dari sensor cairan infus XKCY25 pada serial monitor
 F : Nilai dari sensor cairan infus XKCY25 pada ThingSpeak

Jadi berdasarkan Tabel 6 untuk *average error* nilai dari penampilan data pada serial monitor dengan penampilan data pada *website* ThingSpeak sebesar 0%.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan pembuatan dan pengujian alat yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan, antara lain:

1. Penelitian ini telah berhasil merancang sistem *monitoring* detak jantung, suhu tubuh, dan cairan infus berbasis *internet of things*. Melalui sistem ini petugas medis dapat memonitoring kondisi pasien melalui *website* ThingSpeak.
2. Pada penelitian ini sistem bekerja sebagaimana mestinya yaitu dengan berhasil melakukan pengambilan data pada masing - masing sensor. Saat melakukan pengujian dan *monitoring*, alat ini mendapat nilai *average error*, antara lain:
 - a) Pada detak jantung memiliki *average error* 1,83%
 - b) Pada suhu tubuh memiliki *average error* 4,19%
 - c) Pada cairan infus memiliki *average error* 0%
3. Pada penelitian ini hasil dari analisis kinerja sistem *internet of things* dilakukan dengan 2 cara. Pertama melakukan pengujian pada RTT (*Round Trip Time*) dan yang kedua melakukan pengujian

pada ThingSpeak. Untuk hasil dari pengujian pada RTT ini adalah nilai terendah (*minimum*) dari RTT mengirim data sistem ke *web* adalah sebesar 273 *milliseconds*. Sedangkan untuk nilai tertinggi (*maximum*) dari RTT mengirim data sistem ke *web* adalah sebesar 305 *milliseconds*. Dapat dikatakan bahwa performa dari *website* ini kurang baik, karena memiliki RTT diatas 200 *milliseconds* sehingga pengguna mengalami waktu tunggu atau waktu muat halaman yang lama. Untuk hasil pengujian pada ThingSpeak ini adalah *average error* nilai dari penampilan data pada serial monitor dengan penampilan data pada *website* ThingSpeak sebesar 0%.

Saran

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa saran agar memudahkan dalam hal pengembangan penelitian, saran tersebut yaitu:

1. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya tidak menggunakan sensor suhu tubuh MLX90614 karena nilai suhu tubuh yang terbaca tidak akurat.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan desain alat yang lebih fungsional / lebih mudah digunakan agar pengguna dapat menggunakan alat ini dengan lebih nyaman.
3. Pada penelitian selanjutnya alat ini dapat dikembangkan lagi supaya pihak ke 3 dapat melihat dan memantau kondisi pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar. Falachudin, Maulana. Rizal, dan Fitriyah. Hurriyatul. 2018. *Sistem Monitoring Denyut Jantung Menggunakan NodeMCU Dan MQTT*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya, 2(12), 5969–5976.
- Asyari. Latief Cahyo, dan Budiman. Aris. 2021. *Alat Monitoring Infus Berbasis IoT*. In Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri (pp. 183–188).
- Dewi. Nurul Hidayati Lusita, Rohmah. Mimin F, dan Zahara. Soffa. 2019. *Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot)*. Jurnal Teknik Informatika, 3.
- Harlin. Yusuf Edison Kusuma. 2019. *Rancang Bangun Emergency Respons Cairan Infus Berbasis Internet Of Things dan Tetes Infus Otomatis*. Tugas Akhir Program Studi Diploma III Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember
- Pondi. Muhamad, Fauzan. Suhaimi, dan Yulanda. Nita Arisanti. 2020. *Gambaran Kualitas Pelayanan Keperawatan Dan Pemenuhan Kebutuhan Keluarga Pasien di ICU: Literature Review*. Tanjungpura Journal of Nursing Practice and Education, 2(2).
- Ratnasari. Imas Dian. 2018. *Rancang Bangun Alarm Deteksi Asap Rokok dan Kebisingan Pada Ruang*

- Kelas Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education), 3(2), 54–60.
- Santoso. Slamet Purwo, dan Wijayanto. Fajar. 2022. *Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu Dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino*. Jurnal Elektro Vol 10 No 1 Januari 2022.
- Saputro. Muhlis Agung, Widasari. Edita Rosana, dan Fitriyah. Hurriyatul. 2017. *Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara Wireless*. Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 1(2), 148–156.
- Savitri. Diah Eka. 2020. *Gelang Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet of Things (IoT)*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 1–87.
- Schriger. David L. 2012. *Approach to the Patient with Abnormal Vital Signs*. In Goldman's Cecil Medicine: Twenty Fourth Edition (Vol. 1, pp. 27–30). Elsevier Inc.
- Sokku. Saharuddin R., dan Harun. Sabran F. 2019. *Deteksi Sapi Sehat Berdasarkan Suhu Tubuh Berbasis Sensor MLX90614 dan Mikrokontroler*. Seminar Nasional LP2M UNM, 613–617.
- Sorongan. Erick, Hidayati. Qory, dan Priyono. Kwat. 2018. *ThingSpeak sebagai Sistem Monitoring Tangki SPBU Berbasis Internet of Things*. JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), 3(2), 219.
- Sucipta. Indra, Simatupang. Joni Welman, Kaswandi. Carolus, dan Purnama. Irwan. 2021. *Prototipe Pemantauan Tetes Cairan Infus Berbasis IoT Terkoneksi Perangkat Android*. Jurnal Teknologi Elektro, 12(3), 113.
- Syaifudin. Ahmad, Rusmana. Iyus, dan Aliyu. Asniar. 2020. *Sistem Pemantauan Tanda Vital Manusia*. Jmte, 01(01), 101–112.
- Utomo. Ary Sulisty, Negoro. Erda Hermono Puspo, dan Sofie. Mohamad. 2019. *Monitoring Heart Rate dan Saturasi Oksigen Melalui Smartphone*. Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer, 10(1), 319–324.