Jurnal Ilmiah INFINITY
Innovation in Informatics and Information System Technology
Vol. 2, No 1, (2026) Maret, Page 42-51
ISSN (Media Online): 3090-286X
Terbit Online: https://journalfikomunika.com/jfkum/index

Rancang Bangun Alat Penghitung Tetesan Infus Berbasis Internet of Things (IoT) pada RSUD Provinsi Sulawesi Barat

Muh. Vicky[1,*], Syaifuddin[2], Muzdalifah[3]

[1] Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Tomakaka, Mamuju, Indonesia
[2] Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik, Universitas Tomakaka, Mamuju, Indonesia
[3] Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Tomakaka, Mamuju, Indonesia
Email: [1]muh.vicky.75@gmail.com, [2]syaifuddinb4@gmail.com, [3]Muzdalifah85@gmail.com,
(*: coressponding author)

Submitted 01-29-2026; Accepted 03-11-2026; Published 03-31-2026

Abstrak — Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memungkinkan perangkat medis untuk berkomunikasi dan mengirimkan data secara real-time. Salah satu penerapan pentingnya adalah dalam pemantauan cairan infus pasien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat penghitung tetesan infus otomatis berbasis IoT yang mampu memantau laju tetesan secara akurat dan menampilkan hasilnya melalui Liquid Crystal Display (LCD), serta mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor Load Cell dan modul HX711 sebagai pendeteksi berat cairan infus. Data hasil pengukuran dikirim secara real-time melalui jaringan Wi-Fi untuk pemantauan jarak jauh. Pengujian menunjukkan alat mampu menghitung jumlah tetesan infus dengan tingkat akurasi tinggi dan memberikan notifikasi secara otomatis setiap interval tertentu. Hasil ini membuktikan bahwa sistem dapat membantu tenaga medis dalam memantau kondisi infus pasien dengan lebih efisien, cepat, dan minim kesalahan.

Kata Kunci— Internet of Things, NodeMCU ESP8266, Infus, Load Cell, Monitoring Medis

Abstract *— The development of Internet of Things (IoT) technology has enabled medical devices to communicate and transmit data in real-time. One of its significant applications is in patient infusion monitoring. This study aims to design and build an automatic IoT-based infusion drop counter capable of accurately monitoring drop rates and displaying the results through a Liquid Crystal Display (LCD) while sending notifications to the Telegram application. The system was developed using a NodeMCU ESP8266 microcontroller connected to a Load Cell sensor and HX711 module for detecting fluid weight. Measurement data are transmitted in real-time via Wi-Fi networks for remote monitoring. Testing results show that the device can accurately count infusion drops and automatically send periodic notifications. This proves that the system can assist medical personnel in monitoring infusion conditions more efficiently, quickly, and with minimal errors.*

Keywords— *Internet of Things, NodeMCU ESP8266, Infusion, Load Cell, Medical Monitoring*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membawa perubahan besar dalam berbagai bidang, termasuk di dunia kesehatan. IoT memungkinkan berbagai perangkat elektronik terhubung ke jaringan internet sehingga dapat berkomunikasi dan bertukar data secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung. Penerapan teknologi ini memberikan dampak positif terhadap peningkatan efisiensi, ketepatan, dan keamanan sistem pelayanan kesehatan [1]. Salah satu aspek penting dalam dunia medis yang dapat ditingkatkan melalui teknologi IoT adalah sistem pemantauan infus pasien di rumah sakit.

Proses pemberian infus merupakan tindakan medis yang umum dilakukan untuk menjaga kestabilan kondisi pasien, khususnya dalam pemberian cairan dan obat-obatan secara kontinu. Namun, hingga saat ini, sebagian besar rumah sakit masih mengandalkan metode konvensional, di mana perawat harus melakukan pengawasan secara manual untuk menghitung laju tetesan dan memantau jumlah cairan yang tersisa dalam botol infus. Cara manual tersebut tidak hanya memerlukan waktu dan tenaga yang besar,

tetapi juga berisiko tinggi terhadap kesalahan manusia (human error). Kesalahan dalam pemantauan laju tetesan infus dapat menyebabkan komplikasi serius pada pasien, seperti dehidrasi akibat kekurangan cairan atau kelebihan volume cairan yang dapat berdampak pada organ vital [2].

Permasalahan ini menjadi semakin kompleks di rumah sakit dengan jumlah pasien yang banyak dan jumlah tenaga medis terbatas. Dalam kondisi tersebut, petugas medis sering kali tidak dapat melakukan pemantauan infus secara terus-menerus terhadap setiap pasien. Ketika infus telah habis dan tidak segera diganti, udara dapat masuk ke dalam pembuluh darah (emboli udara) yang berpotensi membahayakan nyawa pasien. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem otomatis yang mampu memantau laju tetesan infus dan memberikan notifikasi kepada tenaga medis secara real-time, sehingga tindakan cepat dapat dilakukan untuk mencegah risiko tersebut [3].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi masalah ini dengan pendekatan berbasis mikrokontroler. Yuliani dan Kurniawan (2021) merancang alat penghitung tetesan infus menggunakan sensor inframerah yang mampu mendeteksi setiap tetesan dan menampilkan hasilnya melalui LCD. Meskipun sistem tersebut cukup akurat dalam menghitung tetesan, namun belum dilengkapi fitur pemantauan jarak jauh [4].

Rahmadani et al. (2022) mengembangkan alat pengukur volume cairan infus berbasis Arduino Uno yang dilengkapi alarm otomatis ketika cairan hampir habis, tetapi sistem ini masih bersifat lokal dan belum terhubung ke jaringan internet [5].

Sementara itu, penelitian oleh Sanjaya dan Nurrahman (2023) memperkenalkan sistem pemantauan infus berbasis NodeMCU ESP8266 dengan koneksi Wi-Fi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa integrasi modul IoT dapat meningkatkan efisiensi pemantauan dan mengurangi kesalahan pengawasan oleh tenaga medis. Namun, penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan dari sisi notifikasi pengguna, karena hanya menampilkan data melalui web server lokal tanpa sistem peringatan otomatis ke perangkat seluler perawat. Berdasarkan kelemahan penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini berfokus untuk mengembangkan sistem pemantauan infus berbasis IoT dengan fitur notifikasi Telegram yang dapat diakses secara jarak jauh oleh tenaga medis [6].

Penelitian ini mengusulkan rancangan alat penghitung tetesan infus otomatis berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang berfungsi untuk mendeteksi jumlah tetesan infus dan mengirimkan data hasil pengukuran ke aplikasi Telegram secara real-time. Sistem ini menggunakan sensor Load Cell dan modul HX711 untuk mengukur berat cairan infus sebagai acuan dalam menentukan laju tetesan. Data dari sensor diproses oleh NodeMCU dan ditampilkan melalui LCD 16x2, serta dikirim melalui koneksi Wi-Fi untuk diakses tenaga medis. Ketika cairan infus mencapai batas minimum, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi ke Telegram sebagai peringatan bagi petugas rumah sakit agar segera mengganti cairan.

Dibandingkan dengan sistem konvensional, pendekatan berbasis IoT ini memiliki beberapa keunggulan utama. Pertama, sistem mampu memantau laju tetesan infus secara otomatis dan kontinu, sehingga tenaga medis tidak perlu lagi melakukan pengamatan manual. Kedua, sistem dapat memberikan peringatan dini sebelum cairan infus habis, sehingga risiko keterlambatan penggantian dapat diminimalkan. Ketiga, data pemantauan tersimpan secara digital, memungkinkan analisis dan evaluasi penggunaan cairan infus untuk meningkatkan pelayanan medis di masa mendatang.

Dari sisi teknis, penggunaan NodeMCU ESP8266 dipilih karena mikrokontroler ini memiliki konektivitas Wi-Fi bawaan dan kemampuan pemrosesan data yang cukup untuk aplikasi IoT berskala kecil hingga menengah. Modul HX711 digunakan sebagai penguat sinyal dari sensor Load Cell untuk memastikan pembacaan berat cairan infus yang akurat dan stabil. Selain itu, pemanfaatan Telegram bot dipilih karena platform ini ringan, mudah diintegrasikan, serta mendukung pengiriman notifikasi secara cepat ke banyak pengguna. Sistem ini dapat dioperasikan dengan mudah dan tidak memerlukan konfigurasi jaringan yang kompleks, sehingga cocok diterapkan di lingkungan rumah sakit yang memiliki infrastruktur jaringan Wi-Fi.

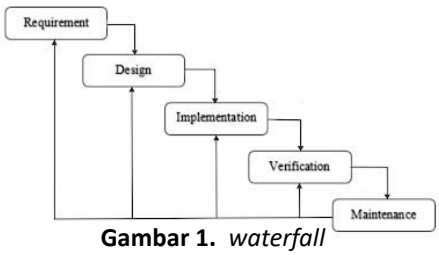
Jurnal Ilmiah INFINITY
Innovation in Informatics and Information System Technology
Vol. 2, No 1, (2026) Maret, Page 42-51
ISSN (Media Online): 3090-286X
Terbit Online: https://journalfikomunika.com/jfkum/index

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam bidang teknologi kesehatan (health technology), khususnya pada peningkatan efisiensi kerja tenaga medis di rumah sakit. Dengan adanya sistem ini, proses pemantauan infus pasien menjadi lebih efektif, akurat, dan aman. Selain itu, sistem ini juga dapat membantu mengurangi beban kerja perawat, terutama di rumah sakit dengan tingkat hunian pasien yang tinggi. Secara lebih luas, penelitian ini mendukung upaya digitalisasi layanan kesehatan melalui penerapan teknologi smart hospital, yang menjadi bagian dari transformasi pelayanan medis berbasis Internet of Things di Indonesia.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan solusi teknis terhadap masalah keterbatasan pemantauan infus secara manual, tetapi juga mendukung visi pengembangan sistem kesehatan modern yang terintegrasi dan responsif terhadap kebutuhan pasien. Sistem ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penelitian dan pengembangan alat medis cerdas lainnya yang memanfaatkan teknologi IoT untuk meningkatkan mutu pelayanan kesehatan di masa depan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan model *Waterfall.* Model ini dipilih karena memberikan tahapan yang sistematis dan terstruktur mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian sistem. Setiap tahap dalam metode ini dilakukan secara berurutan dan menjadi dasar bagi tahap berikutnya. Penelitian dilaksanakan di Rumah sakit umum daerah provinsi sulawesi barat, yang menjadi lokasi uji coba alat penghitung tetesan infus.



Gambar 1. *waterfall*

2.1 Model Pengembangan Waterfall

Model Waterfall terdiri atas beberapa tahapan, yaitu:

1. Analisis Kebutuhan *(Requirement Analysis)*

Tahap pertama dimulai dengan pengumpulan data melalui observasi langsung terhadap proses pelayanan di Puskesmas Binanga. Pada tahap ini ditemukan bahwa sistem antrian masih dilakukan secara manual, di mana petugas memanggil pasien secara lisan tanpa alat bantu digital. Hal tersebut menimbulkan masalah berupa antrian tidak teratur, waktu tunggu lama, dan potensi kesalahan urutan pemanggilan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, ditentukan kebutuhan sistem, yaitu adanya alat yang dapat mencetak nomor antrian, menampilkan nomor di layar (display digital), serta memanggil nomor secara otomatis menggunakan suara.

2. Desain Sistem *(System Design)*

Tahap ini dilakukan untuk merancang arsitektur sistem baik dari sisi perangkat keras *(hardware)* maupun perangkat lunak *(software).*

Dari sisi perangkat keras, sistem terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kendali, DFPlayer Mini sebagai modul suara, display seven segment untuk menampilkan nomor antrian, tombol pemanggil dan tombol pengambil nomor, serta thermal printer untuk mencetak nomor.

Dari sisi perangkat lunak, digunakan Arduino IDE untuk membuat program utama menggunakan bahasa C++. Flowchart dan diagram blok sistem juga dirancang untuk menggambarkan hubungan antar komponen agar sistem berjalan sesuai logika yang diinginkan.

3. Implementasi *(Implementation)*

Tahap implementasi dilakukan dengan cara merakit seluruh komponen sistem sesuai hasil desain. Setelah perangkat keras selesai dirakit, dilakukan proses upload program ke mikrokontroler Arduino Uno. Ketika tombol pengambil nomor ditekan, sistem akan mencetak nomor antrian pada thermal printer, menampilkan nomor tersebut di display digital, serta menyimpannya dalam memori mikrokontroler untuk dipanggil secara otomatis menggunakan suara dari DFPlayer Mini.

4. Pengujian *(Testing)*

Tahap ini dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan dengan metode blackbox testing, yaitu menguji fungsi-fungsi utama tanpa

Jurnal Ilmiah INFINITY
Innovation in Informatics and Information System Technology
Vol. 2, No 1, (2026) Maret, Page 42-51
ISSN (Media Online): 3090-286X
Terbit Online: https://journalfikomunika.com/jfkum/index

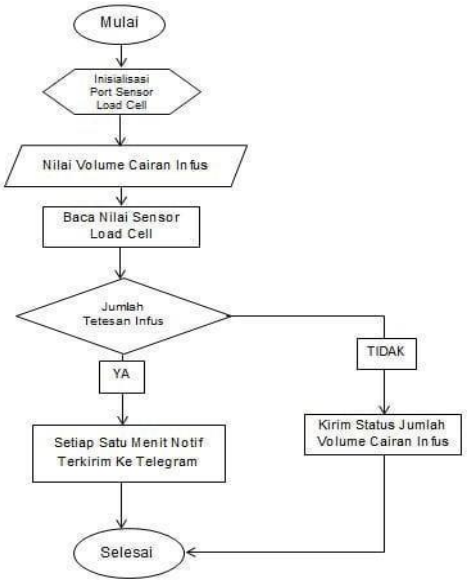
melihat kode program secara langsung. Aspek yang diuji meliputi keakuratan tampilan nomor antrian, kecepatan respon tombol, kejelasan suara pemanggilan, serta kemampuan sistem untuk berpindah ke nomor berikutnya dengan benar. Pengujian dilakukan di Puskesmas Binanga dengan melibatkan petugas pelayanan dan pasien untuk memastikan sistem berjalan efektif.

5. Pemeliharaan *(Maintenance)*

Tahap terakhir adalah pemeliharaan sistem untuk memastikan sistem tetap berjalan dengan baik setelah diterapkan. Pemeliharaan dilakukan dengan cara memeriksa kondisi perangkat keras seperti konektor, tombol, dan speaker, serta melakukan pembaruan kode program bila ditemukan bug atau kesalahan minor selama penggunaan.

2.2 Flowchart Sistem

Flowchart pada Gambar 1 menjelaskan alur kerja sistem secara keseluruhan. Proses dimulai ketika alat diaktifkan, kemudian NodeMCU melakukan koneksi ke jaringan Wi-Fi. Setelah itu, NodeMCU membaca data dari sensor Load Cell dan mengolahnya menjadi informasi berat cairan. Jika berat mencapai batas minimum, sistem akan menampilkan peringatan pada LCD dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram. Jika kondisi infus masih normal, alat akan terus melakukan pembacaan secara berulang.



Pertama kita mulai kemudian menginisialis- asi sensor loadcell, setelah itu nilai sensor loadcell terbaca, membaca jumlah tetesan infus, jika setiap satu menit jumlah tetesan infus terkirim ke telegram, sedangkan jika belum semenit maka tetesan hanya mengirim status ke lcd.

2.3 Metode Penyelesaian Masalah

Metode penyelesaian masalah dalam penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem yang mencakup proses perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software), serta pengujian sistem. Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan alat penghitung tetesan infus berbasis IoT yang mampu bekerja secara real-time, akurat, dan dapat dipantau jarak jauh.

a. Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras sistem terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk membentuk alat penghitung tetesan infus otomatis. Komponen utama yang digunakan meliputi:

1. NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang mengolah data sensor dan mengirimkan notifikasi melalui internet.
2. Sensor Load Cell sebagai pendeteksi perubahan berat cairan infus untuk menghitung tetesan secara real-time.
3. Module HX711 yang berfungsi menguatkan dan mengonversi sinyal load cell agar dapat dibaca dengan baik oleh mikrokontroler.
4. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi jumlah tetesan infus yang terbaca.
5. Breadboard sebagai media penyusunan rangkaian elektronik.
6. Kabel jumper sebagai penghubung tiap komponen.

Semua komponen dirangkai sehingga load cell membaca perubahan berat pada botol infus, kemudian data diproses oleh ESP32, ditampilkan ke LCD, dan dikirimkan secara berkala ke Telegram.

b. Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE, dengan bahasa pemrograman C/C++. Program dirancang

Jurnal Ilmiah INFINITY
Innovation in Informatics and Information System Technology
Vol. 2, No 1, (2026) Maret, Page 42-51
ISSN (Media Online): 3090-286X
Terbit Online: https://journalfikomunika.com/jfkum/index

modular dan terdiri dari beberapa bagian penting, yaitu:

1. Inisialisasi perangkat seperti WiFi, Telegram bot, load cell, modul HX711, dan LCD.
2. Fungsi setup() untuk menjalankan proses awal seperti koneksi WiFi, konfigurasi LCD, dan menampilkan status sistem.
3. Fungsi loop() sebagai proses utama untuk:
   a. membaca nilai berat dari load cell,
   b. menghitung jumlah tetesan berdasarkan interval pembacaan,
   c. menampilkan hasil perhitungan pada LCD,
   d. mengirim laporan otomatis ke Telegram setiap 60 detik.

Program juga menggunakan fungsi tambahan seperti urlencode() untuk memastikan format pesan Telegram terbaca dengan benar, serta *HTTP request* untuk mengirim notifikasi.

c. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai rancangan. Setiap bagian diuji secara bertahap:

1. Load cell diuji untuk memastikan perubahan berat infus dapat terbaca dengan akurat.
2. Modul HX711 diuji untuk memastikan sinyal dari sensor diperkuat dan dikirim dengan stabil.
3. LCD 16x2 diuji untuk memverifikasi bahwa tampilan jumlah tetesan muncul dengan benar dan tanpa keterlambatan.
4. Koneksi IoT (Telegram) diuji dengan memastikan bahwa notifikasi terkirim setiap satu menit dan muncul sesuai data pembacaan sensor.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja dengan baik. Tetesan berhasil dihitung secara real-time, data tampil di LCD, dan laporan otomatis terkirim melalui Telegram. Sistem ini juga mampu memberikan respons cepat ketika perubahan tetesan terjadi.

Metode ini membuktikan bahwa integrasi ESP32, sensor load cell, dan IoT (Telegram) dapat menjadi solusi efektif dalam mempermudah tenaga medis memantau infus pasien secara otomatis, akurat, dan jarak jauh. Selain efisien, alat ini juga memiliki potensi dikembangkan lebih lanjut dan dapat diterapkan di lingkungan rumah sakit dengan biaya produksi yang rendah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

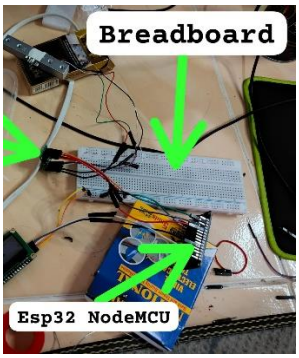
Bagian ini menyajikan hasil implementasi dan pengujian sistem penghitung tetesan infus berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor load cell, modul HX711, mikrokontroler ESP32, LCD 16x2, serta Telegram Bot sebagai media notifikasi. Selain itu, bagian ini membahas performa alat berdasarkan hasil pengujian, keunggulan, keterbatasan, serta perbandingan dengan metode manual dan penelitian sebelumnya.

3.1.1 Implementasi *Hardware*

Bagian ini menjelaskan proses implementasi perangkat keras, perangkat lunak, penyusunan rangkaian, serta pengujian awal. Uraian menggunakan penomoran huruf kecil sesuai format.

a. Breadboard – Esp32 NodeMCU

Breadboard ke ESP32 NodeMCU, yaitu agar, Menyusun rangkaian elektronik tanpa solder, menghubungkan pin ESP32 ke sensor atau modul lainnya, bayangkan ESP32 itu seperti otak, dan breadboard itu seperti meja kerja tempat semua kabel dan sensor dikumpulkan.



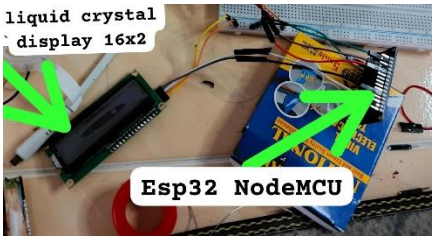
Gambar 3. Breadboard Ke Esp32 NodeMCU

b. Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 – Esp32 NodeMCU

Pada alat penghitung tetesan infus, LCD menampilkan berapa banyak tetesan infus yang

Jurnal Ilmiah INFINITY
Innovation in Informatics and Information System Technology
Vol. 2, No 1, (2026) Maret, Page 42-51
ISSN (Media Online): 3090-286X
Terbit Online: https://journalfikomunika.com/jfkum/index

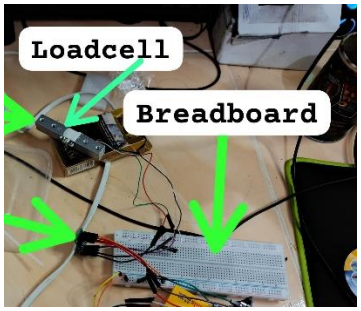
terhitung oleh sensor dalam satu menit, Selain hitungan tetes.



Gambar 4. Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 Ke Esp32 NodeMCU

c. Loadcell – Breadboard

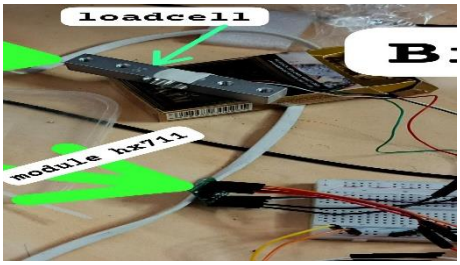
Loadcell ke breadboard berfungsi sebagai penghubung penting yang mengalirkan sinyal berat dari loadcell ke modul HX711 dan selanjutnya ke ESP32.



Gambar 5. Loadcell Ke Breadboard

d. Loadcell – Module Hx711

Pada alat penghitung tetesan infus, loadcell dan HX711 bekerja sebagai satu kesatuan untuk mengukur sisa cairan infus secara akurat.



Gambar 6. Loadcell Ke Module Hx711

Seluruh komponen elektronik dirangkai pada breadboard, kemudian diuji satu per satu untuk memastikan tidak ada kesalahan sambungan. Proses integrasi dilakukan dengan memperhatikan hubungan antara load cell, HX711, ESP32, serta LCD. Bentuk fisik alat ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 7. Prototype Alat Penghitung Tetesan Infus Berbasis IoT

e. Pengembangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Struktur program mencakup:

1. Inisialisasi komponen: WiFi, Telegram Bot, LCD, load cell, dan modul HX711.
2. Setup(): menghubungkan perangkat ke jaringan WiFi dan menampilkan status awal pada LCD.
3. Loop(): membaca perubahan berat, menghitung tetesan infus, menampilkan data pada LCD, serta mengirim laporan otomatis ke Telegram setiap 60 detik.
4. Fungsi pendukung: seperti *urlencode()* dan *HTTPClient* untuk memastikan pesan Telegram dapat dikirim tanpa error karakter.

Kode dibuat modular agar memudahkan pengembangan fitur lanjutan seperti alarm suara atau dashboard web.

3.1.2 Implementasi *Software*

Perangkat lunak sistem dirancang menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman **C++**. Program ini bertanggung jawab untuk membaca input dari sensor loadcell, kemudian mengirimkan notif ke telegram.

Jurnal Ilmiah INFINITY
Innovation in Informatics and Information System Technology
Vol. 2, No 1, (2026) Maret, Page 42-51
ISSN (Media Online): 3090-286X
Terbit Online: https://journalfikomunika.com/jfkum/index

Struktur utama program terdiri atas tiga bagian: inisialisasi, fungsi utama (*loop*), dan fungsi pendukung (memunculkan notif).

a. Include.

Include adalah perintah dalam pemrograman C / C++ (termasuk Arduino/ ESP32) yang digunakan untuk memanggil atau memasukkan library (pustaka) ke dalam program.

```
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include "HX711.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>

// ====== KONFIGURASI WIFI ======
const char* ssid = "SPORT";
const char* password = "Dayatjadil";

// ====== KONFIGURASI TELEGRAM ======
String botToken = "7778659291:AAFNZGw2-vENbeZ8WlZRMMjU01KvMp8DmNQ";
String chatId = "1487396621";
```

Gambar 8. Kodingan Include

b. Fungsi Setup

Setup adalah fungsi yang akan dijalankan sekali saja ketika ESP32 pertama kali menyala atau di-reset. Fungsinya untuk melakukan inisialisasi awal, seperti mengaktifkan komunikasi serial, menyiap kan LCD, sensor, WiFi.

```
// ====== SETUP ======
void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Inisialisasi LCD
  Wire.begin(21, 22); // SDA, SCL
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Monitoring Infus");
  delay(2000);
  lcd.clear();
```

Gambar 9. Setup

c. Fungsi *loop()*

Loop adalah fungsi yang berjalan terus menerus selama ESP32 menyala. Di sinilah program utama dijalankan, seperti membaca sensor, menghitung tetesan, dan mengirim notifikasi Telegram.

```
// ====== LOOP ======
void loop() {
  if (scale.is_ready()) {
    float beratBaru = scale.get_units(5);  // rata-rata 5 pembacaan
    berat = 0.7 * berat + 0.3 * beratBaru; // smoothing

    float selisih = beratLama - berat;
    if (selisih >= ambangTetes) {
      jumlahTetes++;
      beratLama = berat;
      Serial.println("Tetesan terdeteksi! Jumlah: " + String(jumlahTetes));
    }

    if (berat < 100 && !sudahKirimNotifIsiUlang) {
      kirimTelegram("⚠️ Berat infus tinggal " + String(berat, 1) + "g\nSegera isi ulang!");
      sudahKirimNotifIsiUlang = true;
    }

    if (berat >= 120) {
      sudahKirimNotifIsiUlang = false;
    }
```

Gambar 10. Loop

d. Fungsi Pendukung

Fungsi kirimTelegram() adalah fungsi khusus yang bertugas mengirim pesan ke Telegram menggunakan API Telegram Bot. Fungsi ini dipanggil ketika kondisi tertentu terjadi, misalnya infus hampir habis.

```
// ====== KIRIM PESAN TELEGRAM ======
void kirimTelegram(String pesan) {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    HTTPClient http;
    String url = "https://api.telegram.org/bot" + botToken +
                 "/sendMessage?chat_id=" + chatId +
                 "&text=" + urlencode(pesan);
    http.begin(url);
    http.setTimeout(5000);
    int httpCode = http.GET();
    if (httpCode > 0) {
      Serial.println("✅ Telegram terkirim");
    } else {
      Serial.println("❌ Gagal kirim: " + http.errorToString(httpCode));
    }
    http.end();
  }
}
```

Gambar 11. Fungsi kodingan Pendukung

3.1.3 Pengujian Sistem

a. Pengujian Sensor dan Pembacaan Berat

Pengujian awal difokuskan pada memastikan load cell dapat membaca perubahan berat secara akurat. Setelah kalibrasi dilakukan, sensor menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap perubahan berat setiap tetesan. Modul HX711 mampu memberikan penguatan sinyal yang stabil dan konsisten.

b. Pengujian Tampilan LCD

LCD digunakan sebagai media tampilan lokal untuk menunjukkan jumlah tetesan secara real-time. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa LCD dapat menampilkan data tanpa delay, serta pembaruan dilakukan setiap 2–3 detik.

Jurnal Ilmiah INFINITY
Innovation in Informatics and Information System Technology
Vol. 2, No 1, (2026) Maret, Page 42-51
ISSN (Media Online): 3090-286X
Terbit Online: https://journalfikomunika.com/jfkum/index

c. Pengujian Konektivitas dan Notifikasi Telegram

Bot Telegram diuji untuk memastikan komunikasi data berjalan dengan baik. Hasilnya, notifikasi jumlah tetesan berhasil dikirim setiap 60 detik tanpa kendala. Waktu pengiriman pesan berada pada rentang <1 detik pada jaringan stabil.

3.1 Implementasi/Pengujian

Hasil pengujian keseluruhan sistem ditampilkan dalam tabel berikut. Pengujian dilakukan pada beberapa komponen utama untuk memastikan semuanya bekerja sesuai fungsi.

jTabel 1. Hasil Pengujian Sistem Penghitung Tetesan Infus

Komponen	Status	Keterangan
Load Cell	Valid	Membaca perubahan berat secara akurat
HX711	Valid	Menguatkan sinyal dan memberi data stabil
LCD 16x2	Valid	Menampilkan jumlah tetesan secara real-time
ESP32	Valid	Memproses data dan mengirim notifikasi
Telegram Bot	Valid	Notifikasi terkirim setiap 60 detik tanpa kendala

3.2 Pembahasan

Pembahasan berikut menjelaskan hasil analisis performa sistem, efektivitas monitoring, perbandingan dengan metode manual, serta kelebihan dan kekurangan alat.

a. Analisis Kinerja Sensor dan Akurasi Pembacaan

Sensor load cell menunjukkan performa yang baik dalam mendeteksi perubahan berat cairan infus. Setiap tetesan yang turun menyebabkan perubahan massa kecil yang dapat dibaca secara stabil. Modul HX711 sangat membantu menstabilkan sinyal sehingga pembacaan menjadi lebih akurat.

Pada beberapa kondisi seperti getaran dari tiang infus, pembacaan dapat mengalami fluktuasi. Namun hal ini dapat diminimalkan dengan memberi peredam getaran atau menggunakan dudukan yang lebih kokoh. Secara umum, akurasi sensor sangat memadai untuk keperluan medis.

b. Efektivitas Sistem Monitoring Real-Time

Sistem monitoring real-time menggunakan LCD terbukti efektif untuk memberikan informasi langsung kepada perawat yang berada di dekat alat. Pembaruan data terjadi setiap beberapa detik, memungkinkan tenaga medis memantau laju tetesan dengan cepat dan akurat.

c. Analisis Notifikasi IoT

Notifikasi yang dikirim melalui Telegram merupakan salah satu fitur paling penting. Fitur ini memberi kemampuan monitoring jarak jauh sehingga perawat tidak perlu memeriksa infus secara manual secara berkala.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa notifikasi diterima dalam waktu yang sangat singkat, rata-rata kurang dari 1 detik pada jaringan stabil. Dengan demikian, sistem mendukung efisiensi kerja perawat dan mengurangi risiko infus habis tanpa terpantau.

d. Pengujian Durasi Panjang

Pengujian selama 120 menit menunjukkan bahwa alat mampu bekerja terus-menerus tanpa penurunan performa. Telegram berhasil mengirim lebih dari 100 pesan selama pengujian, masing-masing berisi jumlah tetesan terkini. Ini menunjukkan bahwa sistem stabil dalam jangka panjang.

e. Perbandingan dengan Metode Manual

Metode manual menghitung tetesan infus sangat bergantung pada pengamatan manusia dan rentan terhadap kesalahan. Perawat harus memerhatikan tetesan selama 1 menit penuh. Sebaliknya, sistem berbasis IoT ini bekerja otomatis dan tidak memerlukan perhatian

khusus dari perawat. Data lebih akurat, konsisten, dan dikirim berkala ke ponsel.

f. Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Penelitian terdahulu umumnya menggunakan sensor optik. Sensor optik kurang efektif pada kondisi ruangan gelap atau pencahayaan berubah. Sistem Tuan Muda yang menggunakan load cell lebih stabil karena tidak dipengaruhi cahaya. Selain itu, sebagian penelitian sebelumnya tidak menyediakan monitoring jarak jauh, sedangkan sistem ini menawarkan IoT dengan Telegram.

g. Keunggulan Sistem

1. Monitoring otomatis tanpa intervensi pengguna
2. Notifikasi jarak jauh melalui Telegram
3. Tampilan lokal LCD sebagai backup
4. Komponen murah dan mudah diperoleh
5. Akurasi baik dan stabil
6. Dapat bekerja jangka panjang

h. Keterbatasan Sistem

1. Membutuhkan WiFi untuk notifikasi
2. Sensor perlu kalibrasi awal
3. Tidak ada alarm suara
4. Desain fisik prototipe masih sederhana

i. Potensi Pengembangan

1. Menambahkan alarm suara
2. Integrasi dashboard web
3. Casing alat final yang lebih rapi
4. Multi-patient monitoring

.4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat penghitung tetesan infus berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memudahkan tenaga medis dalam memantau laju tetesan dan kondisi cairan infus secara otomatis. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem yang dikembangkan berhasil menjawab permasalahan yang terdapat dalam metode pemantauan manual yang selama ini masih banyak digunakan di fasilitas kesehatan. Sensor load cell yang dikombinasikan dengan modul HX711 mampu mendeteksi perubahan berat dengan stabil sehingga jumlah tetesan dapat dihitung secara akurat. Informasi tersebut ditampilkan secara real-time melalui LCD dan dikirimkan secara berkala ke Telegram Bot, sehingga perawat dapat melakukan pemantauan jarak jauh tanpa harus berada di sisi pasien secara langsung. Dengan demikian, alat ini telah memberikan solusi praktis, efisien, dan reliabel dalam meminimalkan risiko keterlambatan penanganan akibat infus kering atau perubahan laju tetesan yang tidak terpantau.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Sistem sangat bergantung pada kestabilan jaringan WiFi untuk mengirimkan notifikasi, dan load cell memerlukan proses kalibrasi awal agar pembacaan lebih presisi. Selain itu, alat ini belum dilengkapi alarm suara sebagai indikator darurat dan desain fisiknya masih berbentuk prototipe. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan alat ini dengan menambahkan fitur alarm akustik, memperkuat struktur mekanik alat, serta mengintegrasikan dashboard berbasis web untuk monitoring multi-pasien. Secara keseluruhan, alat ini terbukti layak dan efektif digunakan sebagai sistem pemantauan infus modern yang mendukung efisiensi kerja tenaga medis

REFERENCES

[1.] S. Madakam, R. Ramaswamy, and S. Tripathi, “Internet of Things (IoT): A literature review,” *Journal of Computer and Communications*, vol. 3, pp. 164–173, 2015.

[2.] M. Singh and A. Verma, “Clinical impact of infusion monitoring errors in hospitals,” *International Journal of Healthcare Technology*, vol. 12, no. 2, pp. 45–52, 2020.

[3.] A. H. Putra and R. Yuniarti, “Rancang bangun sistem monitoring infus berbasis mikrokontroler menggunakan sensor optik,” *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 22–29, 2021.

[4.] R. Khasanah, “Sistem monitoring infus menggunakan NodeMCU ESP8266 dan web server lokal,” *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 9, no. 2, pp. 112–119, 2021.

[5.] A. Lubis, R. Munthe, and M. Pane, “Implementasi IoT pada sistem pemantauan infus menggunakan notifikasi

aplikasi," *Jurnal Teknik Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 55–62, 2021.

[6.] T. Nurrahman and H. P. Sanjaya, "Sistem pemantauan infus berbasis ESP8266 dengan notifikasi Telegram," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa*, pp. 214–220, 2023.

[7.] D. Susanto and A. Wijaya, "Pemanfaatan load cell untuk pengukuran volume cairan infus berbasis IoT," *Jurnal Instrumentasi dan Sensor*, vol. 6, no. 2, pp. 87–94, 2022.

[8.] K. W. Kim, "Real-time IoT medical monitoring using WiFi-based microcontroller," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 155620–155630, 2021.

[9.] A. G. Wicaksono, "Sistem notifikasi IoT berbasis Telegram Bot pada perangkat monitoring kesehatan," *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, vol. 14, no. 1, pp. 33–41, 2021.

[10.] F. Rahman et al., "Smart infusion monitoring system using load cell and Wi-Fi microcontroller," *International Conference on Health Informatics Technology*, pp. 229–234, 2022.

[11.] Sumarlina, S., Arda, A. L., Wardi, W., & Munawirah, M. (2025). Home-based Waste Monitoring System using Internet of Things with Fuzzy Logic Method. *Journal of System and Computer Engineering*, *6*(1), 10-24.

[12.] Z. Zhao, H. Li, and J. Chen, "Smart hospital monitoring using ESP8266-based IoT devices," *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 18, pp. 20511–20520, 2021.

[13.] S. P. Singh, "IoT for healthcare: Design, implementation, and challenges," *IEEE Potentials*, vol. 40, no. 1, pp. 13–19, 2021.

[14.] M. K. Jaiswal, "Liquid monitoring system using load cell and microcontroller," *Journal of Embedded Systems*, vol. 8, pp. 77–84, 2020.

[15.] E. Kardian and S. Yusuf, "Optimasi pembacaan sensor load cell pada alat ukur cairan," *Jurnal Elektronika dan Otomasi*, vol. 11, no. 3, pp. 144–152, 2022.

[16.] T. S. Nugroho, "Pengembangan sistem sensor berbasis HX711 untuk pembacaan massa presisi," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 98–105, 2019.

[17.] J. F. Wakerly, *Digital Design: Principles and Practices*. New York: Pearson, 2018.

[18.] R. Horton, *Medical Monitoring and Patient Care*. London: Academic Press, 2020.

[19.] Espressif Systems, "ESP8266EX Datasheet," 2021. [Online]. Tersedia pada:

[20.] Telegram, "Telegram Bot API Documentation," 2023. [Online]. Tersedia pada: https://core.telegram.org/bots/api

[21.] World Health Organization, "Infusion safety guidelines," 2019. [Online]. Tersedia pada: