

**SISTEM PEMANTAUAN KUANTITAS CAIRAN INFUS
BERBASIS LOAD CELL DAN NRF24L01**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Teknik Komputer



disusun oleh

AFIFF FRIZKianto NUGROHO

21.83.0652

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

**SISTEM PEMANTAUAN KUANTITAS CAIRAN INFUS
BERBASIS LOAD CELL DAN NRF24L01**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Teknik Komputer



disusun oleh

AFIF FRIZKianto NUGROHO

21.83.0652

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**SISTEM PEMANTAUAN KUANTITAS CAIRAN INFUS
BERBASIS LOAD CELL DAN NRF24L01**

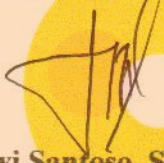
yang disusun dan diajukan oleh

AFIE FRIZKianto NUGROHO

21.83.0652

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 1 Juli 2025

Dosen Pembimbing,



Joko Dwi Santoso, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302181

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
SISTEM PEMANTAUAN KUANTITAS CAIRAN INFUS
BERBASIS LOAD CELL DAN NRF24L01

yang disusun dan diajukan oleh

AFIF FRIZKianto NUGROHO

21.83.0652

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 1 Juli 2025

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Muhammad Koprari, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302454

Senie Destya, S.T., M.Kom.
NIK. 190302312

Joko Dwi Santoso, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302181



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 1 Juli 2025

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : **AFIF FRIZKianto NUGROHO**
NIM : **21.83.0652**

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

SISTEM PEMANTAUAN KUANTITAS CAIRAN INFUS BERBASIS LOAD CELL DAN NRF24L01

Dosen Pembimbing : **Joko Dwi Santoso, S.Kom., M.Kom.**

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 1 Juli 2025

Yang Menyatakan,



AFIF FRIZKianto NUGROHO

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, dan kemudahan-Nya, skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya tercinta yang telah memberikan cinta, doa, dan dukungan tanpa henti dalam setiap langkah perjalanan hidup dan pendidikan saya. Ketulusan dan pengorbanan mereka menjadi kekuatan terbesar dalam pencapaian ini.

Skripsi ini juga saya persembahkan kepada Joko Dwi Santoso, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi secara sabar serta konsisten selama proses penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih saya sampaikan pula kepada seluruh dosen dan staf di Program Studi Teknik Komputer Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan inspirasi selama masa studi.

Kepada teman-teman seperjuangan yang telah menjadi sumber semangat, tempat berbagi, dan tumbuh bersama dalam suka maupun duka, saya sampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya. Perjalanan ini menjadi lebih bermakna berkat kebersamaan dan dukungan kalian.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati, saya persembahkan karya ini untuk almamater tercinta, Universitas Amikom Yogyakarta, sebagai bentuk penghargaan dan kontribusi kecil dari apa yang telah saya pelajari dan alami selama menempuh pendidikan di lingkungan kampus ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi pijakan untuk langkah yang lebih baik di masa depan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya, sehingga skripsi berjudul “SISTEM PEMANTAUAN KUANTITAS CAIRAN INFUS BERBASIS LOAD CELL DAN NRF24L01” dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih tulus kepada Joko Dwi Santoso, S.Kom., M.Kom.. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan koreksi berharga. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Muhammad Koprari, S.Kom., M.Eng., dan Senie Destya, S.T., M.Kom selaku Tim Dosen Penguji, atas masukan konstruktifnya, serta seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Komputer Universitas Amikom Yogyakarta atas dukungan akademik.

Penulis berterima kasih secara khusus kepada orang tua tercinta, atas doa dan pengorbanan tanpa batas. Penulis menyadari karya ini masih terdapat kekurangan, sehingga mengharapakan kritik dan saran konstruktif. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 1 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xvi
INTISARI	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6

2.1	Studi Literatur	6
2.2	Dasar Teori.....	14
2.2.1	Sistem Pemantauan	14
2.2.2	Infus	14
2.2.3	Pentingnya Pemantauan Infus.....	15
2.2.4	Mikrokontroler.....	16
2.2.5	Sensor.....	17
2.2.6	Modul Komunikasi Nirkabel	21
2.2.7	Perangkat Tampilan dan Peringatan	24
2.2.8	Kabel Jumper	27
2.2.9	Breadboard.....	28
2.2.10	Perangkat Lunak	28
2.2.11	Pengolahan Data <i>Loadcell</i>	29
BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1	Objek Penelitian.....	31
3.2	Alur Penelitian	31
3.2.1	Identifikasi Masalah.....	33
3.2.2	Studi Literatur	33
3.2.3	Identifikasi <i>Kebutuhan Sistem</i>	33
3.2.4	Perancangan Sistem	34
3.2.5	Pengembangan Sistem	49
3.2.6	Tahap Pengujian Sistem.....	49
3.3	Alat dan Bahan.....	56
3.3.1	Data Penelitian	57
3.3.2	Alat dan Instrumen.....	57

3.4	Teknik Analisis Data.....	59
3.4.1	Analisis Data Loadcell.....	59
3.4.2	Analisis Data Modul NRF24L01 (PA + LNA).....	59
3.4.3	Analisis Data Komponen Pendukung	60
3.4.4	Kriteria Keberhasilan Sistem	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		61
4.1	Hasil Penelitian	61
4.1.1	Hasil Pengujian <i>Load cell</i>	62
4.1.2	Hasil Pengujian Modul NRF24L01 (PA + LNA)	64
4.1.3	Hasil Pengujian Daya.....	66
4.1.4	Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik	67
4.1.5	Hasil Pengujian Tombol Tare	68
4.1.6	Hasil Pengujian Tombol Penuh	69
4.1.7	Hasil Pengujian Tombol Oke.....	70
4.1.8	Hasil Pengujian LCD I2C	71
4.1.9	Hasil Pengujian Buzzer.....	72
4.1.10	Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	73
BAB V PENUTUP		75
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran	76
REFERENSI		77
LAMPIRAN.....		83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keaslian Penelitian	9
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Nano	17
Tabel 2.3 Spesifikasi NRF24L01 (PA + LNA)	23
Tabel 3.1 Koneksi load cell ke HX711	39
Tabel 3.2 Koneksi HX711 ke Arduino Nano	39
Tabel 3.3 Koneksi Sensor Ultrasonik ke Arduino Nano	40
Tabel 3. 4 koneksi NRF24L01(PA + LNA) ke Arduino Nano	41
Tabel 3.5 Koneksi tombol tare dengan arduino nano	42
Tabel 3.6 Koneksi tombol penuh dengan arduino nano	43
Tabel 3.7 Koneksi LCD I2C ke Arduino Nano	43
Tabel 3. 8 Koneksi NRF24L01 (PA + LNA) ke Arduino Nano	45
Tabel 3.9 Koneksi LCD I2C ke Arduino Nano	45
Tabel 3. 10 Koneksi Buzzer ke Arduino Nano	46
Tabel 3. 11 Koneksi tombol Ok dengan arduino nano	47
Tabel 3.12 Alat dan Instrumen	58
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Akurasi Sensor Load cell	62
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Pengujian Akurasi dengan Literatur Terkait	63
Tabel 4.3 Hasil Pengujian NRF24L01 (PA + LNA)	64
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Daya	66
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik	67
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Tombol Tare	68
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tombol Penuh	69
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Tombol Oke	70
Tabel 4.9 Hasil Pengujian LCD I2C	71
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Buzzer	72
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Botol Infus.....	15
Gambar 2.2 Arduino Nano.....	16
Gambar 2.3 Sensor Load cell.....	18
Gambar 2.4 Modul HX711	20
Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik.....	21
Gambar 2.6 Modul NRF24L01 (PA + LNA).....	22
Gambar 2.7 LCD 16x2.....	25
Gambar 2.8 LCD 20X4.....	25
Gambar 2.9 Modul I2C	26
Gambar 2.10 Buzzer	27
Gambar 2.11 Kabel Jumper	27
Gambar 2.12 Breadboard	28
Gambar 3.1 Alur Penelitian	32
Gambar 3.2 Desain Sistem.....	34
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem	35
Gambar 3.4 Flowchart Sistem Transmitter Monitoring Infus	36
Gambar 3.5 Flowchart Kerja Receiver	38
Gambar 3.6 Rangkaian sensor load cell, modul HX711 dan Arduino Nano	39
Gambar 3.7 Rangkaian sensor Ultrasonik dan Arduino Nano.....	40
Gambar 3.8 Rangkaian NRF24L01 (PA + LNA) dengan Arduino Nano.....	41
Gambar 3.9 Tombol tare dengan arduino nano	42
Gambar 3.10 Tombol penuh dengan arduino nano.....	42
Gambar 3. 11 Rangkaian LCD I2C dengan Arduino Nano	43
Gambar 3.12 Rangkaian Keseluruhan Komponen Transmitter	44
Gambar 3.13 Rangkaian NRF24L01 (PA + LNA) dengan Arduino Nano.....	44
Gambar 3. 14 Rangkaian LCD I2C dengan Arduino Nano	45
Gambar 3.15 Rangkaian Buzzer dengan Arduino Nano.....	46
Gambar 3.16 Tombol Ok dengan arduino nano.....	46
Gambar 3.17 Rangkaian Keseluruhan Komponen Receiver	47

Gambar 3. 18 Desain Casing Transmitter.....	48
Gambar 3.19 Desain Casing Receiver	48
Gambar 3.20 Hasil Pembacaan Nilai Raw ADC Sensor Load Cell Sebelum Kalibrasi.....	50
Gambar 3.21 Kalibrasi Dengan Beban Referensi Standar.....	50
Gambar 3.22 Hasil Pembacaan Sensor Setelah Kalibrasi.....	51
Gambar 3.23 Pengujian Fungsional NRF24L01(PA + LNA)	52
Gambar 3.24 Teks yang Berhasil Dikirim	52
Gambar 3.25 Teks yang Berhasil Diterima.....	53
Gambar 3.26 Pengujian Fungsional Sensor Ultrasonik	53
Gambar 3.27 Hasil Pembacaan Sensor Ultrasonik	54
Gambar 3.28 Hasil Tampilan Layar LCD I2C 20x4.....	54
Gambar 3.29 Pengujian Tampilan Layar LCD I2C 20x4	54
Gambar 3.30 Pengujian Fungsional Buzzer.....	55
Gambar 3.31 Hasil Pengujian Fungsional Buzzer	55
Gambar 3.32 Pengujian Fungsional Tombol	56
Gambar 3.33 Hasil Pengujian Tombol.....	56
Gambar 4. 1 Sistem Pemantauan Infus Berbasis <i>Load cell</i> dan NRF24L01 (PA+LNA)	61
Gambar 4. 2 Grafik Delay (ms) terhadap Jarak (m) dan Jumlah Dinding	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program Transmitter	83
Lampiran 2. Kode Program Receiver	91

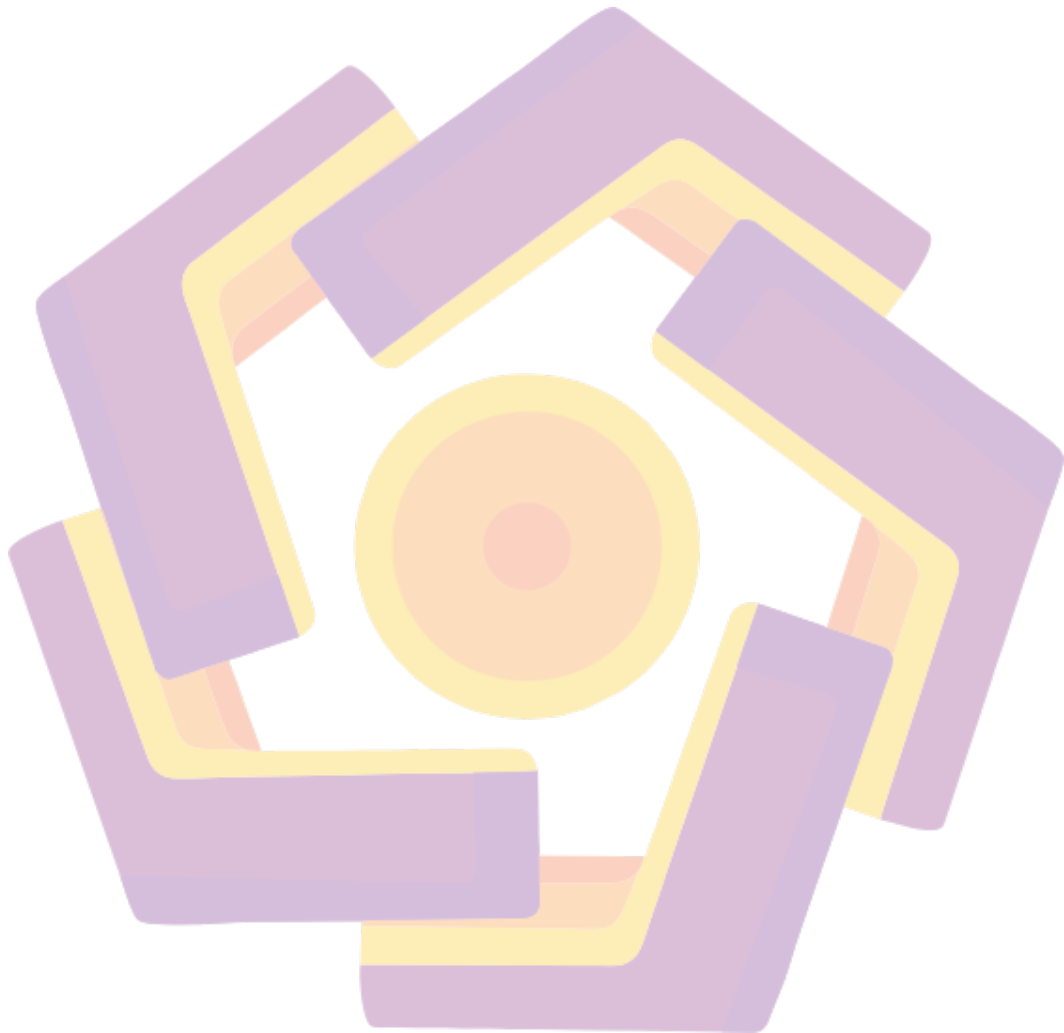


DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN



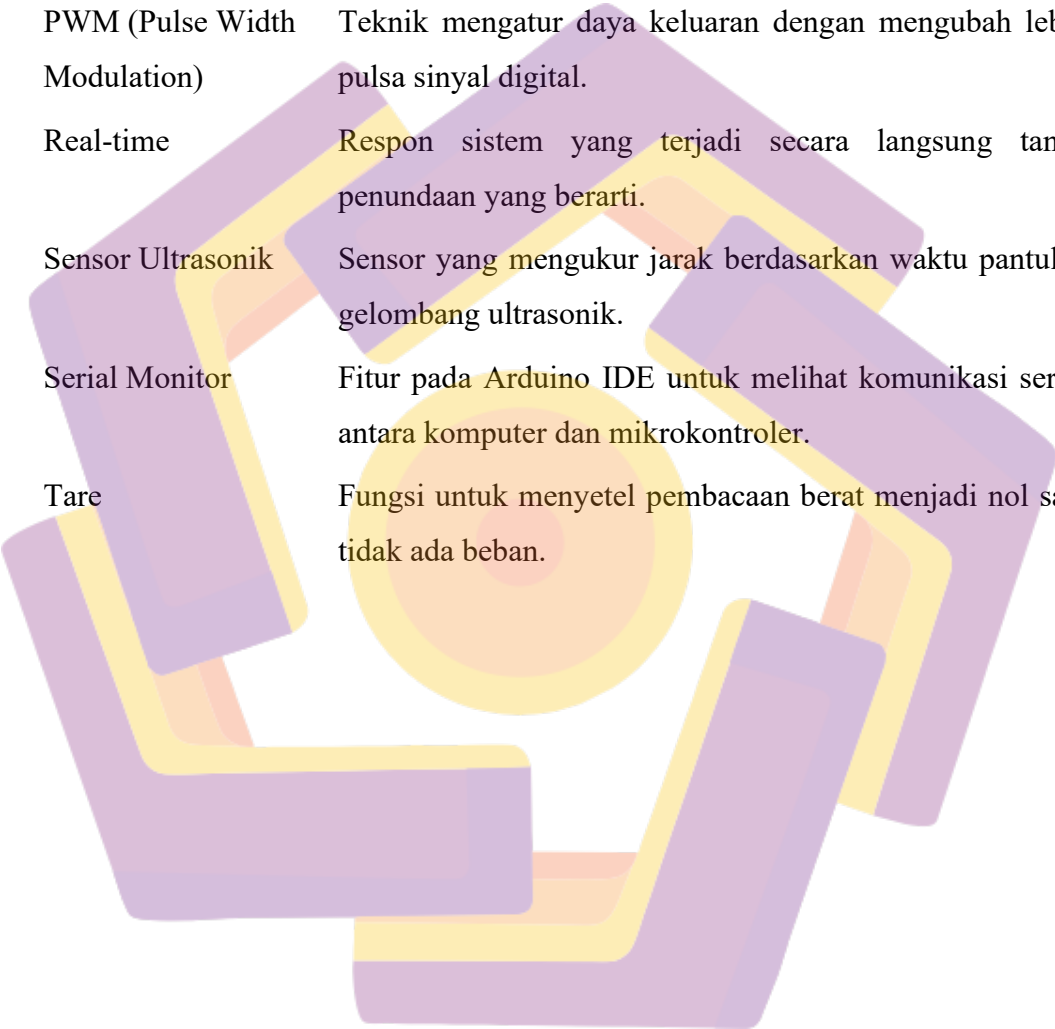
ADC	Analog to Digital Converter
CAD	Computer-Aided Design
CRC	Cyclic Redundancy Check
dBm	Decibel-milliwatts
GND	Ground
GHz	Gigahertz
IDE	Integrated Development Environment
I2C	Inter-Integrated Circuit
ISM	Industrial, Scientific, and Medical (Band)
kg	Kilogram
kHz	Kilohertz
kbps	Kilobit per second
LCD	Liquid Crystal Display
LNA	Low Noise Amplifier
m	Meter
mA	Milliampere
MAF	Moving Average Filter
Mbps	Megabit per second
MHz	Megahertz
mL	Milliliter
ms	Millisecond
NaCl	Sodium Chloride
NLOS	Non-Line of Sight
PA	Power Amplifier
PWM	Pulse Width Modulation
RX	Receive
SCL	Serial Clock Line
SDA	Serial Data Line
SDK	Software Development Kit

SPI	Serial Peripheral Interface
TX	Transmit
ULP	Ultra-Low Power
VCC	Voltage Common Collector
WSN	Wireless Sensor Network



DAFTAR ISTILAH

Arduino IDE	Lingkungan pengembangan untuk menulis, mengunggah, dan memantau program pada papan Arduino.
Arduino Nano	Mikrokontroler kecil berbasis ATmega328 yang cocok untuk aplikasi tertanam dengan ruang terbatas.
Buzzer	Komponen elektronik yang menghasilkan suara sebagai indikator atau alarm.
Calibration Factor	Faktor hasil kalibrasi yang digunakan untuk mengonversi nilai ADC menjadi berat aktual.
Delay	Waktu jeda antara pengiriman dan penerimaan data dalam sistem komunikasi.
EEPROM	Memori non-volatile yang tetap menyimpan data meskipun daya dimatikan.
Enhanced ShockBurst (ESB)	Protokol komunikasi otomatis pada NRF24L01 untuk efisiensi pengiriman data.
HX711	Modul ADC 24-bit yang memperkuat dan mengonversi sinyal dari load cell ke data digital.
I2C	Protokol komunikasi serial dua kabel antara mikrokontroler dan perangkat lain seperti LCD.
LCD I2C 20x4	Layar kristal cair yang menampilkan hingga 4 baris dan 20 kolom karakter, menggunakan protokol I2C.
Line of Sight (LOS)	Kondisi komunikasi nirkabel tanpa hambatan fisik antara pemancar dan penerima.
Load Cell	Sensor untuk mengukur berat atau gaya berdasarkan perubahan regangan.
Moving Average Filter (MAF)	Metode perataan data untuk mengurangi noise dari pembacaan sensor.



Non-Line of Sight (NLOS)	Kondisi komunikasi nirkabel yang terhalang oleh objek seperti dinding.
NRF24L01 (PA+LNA)	Modul komunikasi nirkabel 2.4 GHz dengan penguat sinyal dan penerima noise rendah.
Packet Loss	Kondisi hilangnya paket data dalam proses transmisi.
PWM (Pulse Width Modulation)	Teknik mengatur daya keluaran dengan mengubah lebar pulsa sinyal digital.
Real-time	Respon sistem yang terjadi secara langsung tanpa penundaan yang berarti.
Sensor Ultrasonik	Sensor yang mengukur jarak berdasarkan waktu pantulan gelombang ultrasonik.
Serial Monitor	Fitur pada Arduino IDE untuk melihat komunikasi serial antara komputer dan mikrokontroler.
Tare	Fungsi untuk menyetel pembacaan berat menjadi nol saat tidak ada beban.

INTISARI

Pemantauan kuantitas cairan infus secara manual berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam pergantian infus yang dapat berakibat fatal bagi keselamatan pasien, termasuk risiko emboli udara dan ketidakstabilan terapi obat. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan beban kerja tenaga medis tetapi juga berpotensi menimbulkan malapraktek akibat human error, khususnya di ruang rawat dengan rasio perawat-pasien yang tidak seimbang. Sebagai solusi, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif dengan metode penelitian eksperimen untuk merancang sistem pemantauan otomatis berbasis sensor load cell kapasitas 5 kg, mikrokontroler Arduino Nano, dan modul komunikasi nirkabel NRF24L01 (PA+LNA). Metode pengembangan mencakup implementasi *Moving Average Filter* untuk optimasi akurasi pengukuran, konfigurasi protokol transmisi latensi rendah (250 kbps), integrasi algoritma auto-tare dan sistem alarm, serta validasi kinerja dalam skenario *Non-Line-of-Sight* (NLOS) dengan variasi jarak (5-20 meter) dan hambatan dinding (1-3 lapis). Hasil eksperimen menunjukkan sistem mencapai akurasi 99,91% (error 0,09%) dalam deteksi kuantitas infus 500 mL serta kinerja transmisi real-time dengan delay 4,5-6,5 ms dan *Packet loss* 7,9% pada kondisi ekstrem (20 meter dan terhalang 3 dinding), yang secara signifikan melampaui temuan studi terdahulu. Implementasi sistem ini direkomendasikan bagi fasilitas kesehatan (rumah sakit, klinik, dan layanan kesehatan lainnya) guna meminimalkan risiko kelalaian medis, mengoptimalkan alokasi sumber daya manusia, dan meningkatkan responsivitas perawatan pasien. Pengembangan lanjutan dapat difokuskan pada uji multi-node dan integrasi sistem monitoring laju tetesan.

Kata kunci: Pemantauan Infus, Load Cell, NRF24L01 (PA+LNA), Arduino, Sistem Real-Time.

ABSTRACT

Manual monitoring of infusion fluid quantities has the potential to cause delays in infusion changes, which can be fatal to patient safety, including the risk of air embolism and drug therapy instability. This condition not only increases the workload of medical personnel but also has the potential to cause malpractice due to human error, especially in wards with an unbalanced nurse-to-patient ratio. As a solution, this study employs a comparative quantitative approach using an experimental research method to design an automatic monitoring system based on a 5 kg capacity load cell sensor, an Arduino Nano microcontroller, and an NRF24L01 (PA+LNA) wireless communication module. The development method includes the implementation of a Moving Average Filter for measurement accuracy optimization, configuration of a low-latency transmission protocol (250 kbps), integration of an auto-tare algorithm and alarm system, and performance validation in Non-Line-of-Sight scenarios with varying distances (5-20 meters) and wall obstacles (1-3 layers). Experimental results show the system achieves 99.91% accuracy (0.09% error) in detecting a 500 mL infusion kuantitas, along with real-time transmission performance with a delay of 4.5–6.5 ms and a Packet loss rate of 7.9% under extreme conditions (20 meters and blocked by 3 walls), significantly surpassing findings from previous studies. The implementation of this system is recommended for healthcare facilities (hospitals, clinics, and other healthcare services) to minimize the risk of medical errors, optimize human resource allocation, and improve patient care responsiveness. Further development can focus on multi-node testing and integration with drip rate monitoring systems.

Keyword: Monitoring of infusion, load cell, NRF24L01 (PA+LNA), Arduino, and real-time system.