

**PEMBUATAN PROTOTIPE SISTEM SIMULASI *CPR*  
BERBASIS *IOT* MENGGUNAKAN ESP32 DAN  
ARDUINO IOT CLOUD**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Fabiandika Satria Putra Fadillah

221341009



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA  
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR & MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**Pembuatan Prototipe Sistem Simulasi CPR Berbasis IoT  
Menggunakan ESP32 dan Arduino IoT Cloud**

Oleh:

**Fabiandika Satria Putra Fadillah**

221341009

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 05 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



**Ridwan, S.ST., M.Eng.**

**NIP. 197806122001121002**

Pembimbing II,



**Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T.**

**NIP.198611052019031009**

Disahkan,

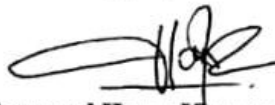
Penguji I,



**Ismail Rokhim, S.T., M.T.**

**NIP. 1970021619930310001**

Penguji II,



**Mohammad Harry Khomas**

**Saputra, S.T., M.TI.**

**NIP. 1988032420220310002**

Penguji III,



**Aan Eko Setiawan, S.T., M.T.**

**NIP. 199306082024061002**

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fabiandika Satria Putra Fadillah  
NIM : 221341009  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Pembuatan Prototipe Sistem Simulasi CPR Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Arduino IoT Cloud

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 11-Juli-2025  
Yang Menyatakan,

(Fabiandika Satria Putra Fadillah)  
NIM 221341009

## **PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)**

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fabiandika Satria Putra Fadillah  
NIM : 221341009  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Pembuatan Prototipe Sistem Simulasi CPR Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Arduino IoT Cloud

Menyatakan/menyetujui bahwa:

- a) Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- b) Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 11-Juli-2025

Yang Menyatakan,

(Fabiandika Satria Putra Fadillah)

NIM 221341009

## MOTO PRIBADI

*“Tidak ada yang mustahil di dunia ini ketika Allah telah berkehendak”*

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.”*

(QS. Ar-Ra’d: 11)

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”*

(QS. Al-Insyirah: 6)

*“Barang siapa yang menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.”*

(HR. Muslim)

*"Entah siapa, entah kapan... tapi ada hati yang harus kujaga dan kudatangi, bukan dengan janji, tapi dengan pembuktian dari proses panjang ini."*

*"Aku tidak marah saat ditinggalkan, karena aku tahu: mereka pergi sebelum sempat melihat siapa aku sebenarnya."*

*"Aku pernah gagal meyakinkan yang salah, tapi kini aku membentuk diri agar pantas bagi yang benar—dia yang akan kupinang, bukan karena aku sudah jadi hebat, tapi karena aku tak pernah menyerah."*

*"Yang pernah pergi saat aku masih berproses, kelak akan sadar bahwa yang mereka tinggalkan sedang tumbuh menjadi sesuatu yang tak bisa mereka kejar."*

*"Yang pergi saat aku belum jadi siapa-siapa, tak perlu kembali ketika aku sudah menjadi seseorang. Sebab ada yang setia menunggu bukan karena hasil, tapi karena percaya pada prosesku."*

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, hidayah, serta nikmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Pembuatan Prototype Sistem Simulasi CPR Berbasis IoT dengan ESP32 dan Arduino IoT Cloud”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tingkat Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Mekanika, Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekanika, Politeknik Manufaktur Bandung.

Penulis menyadari bahwa tanpa dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak, laporan tugas akhir ini tidak akan selesai dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, atas segala nikmat kesehatan, kemudahan, serta kekuatan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Ajat Sudrajat dan Ibu Rika Kartika Puri, serta kakak tersayang Fitri Pratiwi Jatnika dan Reno Kurniawan, yang tidak pernah berhenti memberikan doa, dukungan moral, semangat, serta bantuan materi selama masa pendidikan hingga penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak dosen pembimbing, Mas Ridwan selaku dosen pembimbing pertama, dan Mas Sandy Bhawana Mulia selaku dosen pembimbing kedua, yang dengan sabar memberikan arahan, nasihat, masukan berharga, serta motivasi selama pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak dosen penguji, yakni Pak Ismail Rokhim selaku Penguji 1, Mas Mohammad Harry Khomas Saputra selaku Penguji 2, dan Mas Aan Eko Setiawan selaku Penguji 3, atas segala kritik, saran, dan masukan konstruktif yang telah membantu penulis memperbaiki kualitas laporan dan prototipe tugas akhir ini.
5. Panitia Tugas Akhir yang telah memfasilitasi dan memberikan dukungan teknis serta administratif selama proses seminar, sidang, dan penyusunan laporan tugas akhir ini.

6. Bapak/Ibu dosen pengajar di Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika serta seluruh staf pengajar di Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan wawasan yang sangat bermanfaat selama perkuliahan.
7. Seluruh staf administrasi dan teknisi di lingkungan Politeknik Manufaktur Bandung, yang telah membantu dalam proses administratif maupun teknis selama penelitian berlangsung.
8. Seluruh keluarga besar penulis, baik dari pihak ayah maupun ibu, yang selalu mendoakan, memberikan dukungan moral, dan menjadi sumber kekuatan dalam perjalanan akademik ini. Kehangatan, perhatian, dan semangat dari keluarga besar telah menjadi penyemangat tersendiri bagi penulis untuk terus melangkah, meski di tengah kesulitan dan tantangan. Semoga keberhasilan kecil ini dapat menjadi awal dari kontribusi yang lebih besar bagi keluarga yang penulis cintai.
9. Teman-teman kampus Poman Bandung, khususnya jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika angkatan duapuluh satu, atas semangat, kebersamaan, motivasi, serta dukungan yang luar biasa selama masa studi hingga penyelesaian tugas akhir ini.
10. Calon pasangan penulis yang telah tertulis di *Lauhul Mahfuz*, yang secara tidak langsung menjadi motivasi kuat bagi penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini, dengan harapan dapat segera bersanding dalam ikatan yang halal di masa depan.
11. Seorang mahasiswi yang tidak dapat penulis sebutkan namanya, terima kasih atas kebersamaan serta dukungan yang diberikan pada masa awal penyusunan tugas akhir ini. Meskipun pada akhirnya tidak bisa bersama hingga akhir penyusunan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih pula atas luka dan rasa sakit yang sempat hadir, yang secara tidak langsung menjadi motivasi kuat untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis percaya bahwa semua orang ada masanya, dan setiap masa ada orangnya.
12. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu kelancaran penyelesaian tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan laporan ini di masa yang akan datang. Besar harapan penulis agar laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya, khususnya di bidang Teknologi Rekayasa Mekanika.

Bandung, 11 Juli 2025

Penulis

## ABSTRAK

*Cardiopulmonary Resuscitation (CPR)* adalah keterampilan vital dalam penyelamatan nyawa, terutama pada kasus henti jantung mendadak. Keterbatasan alat simulasi *CPR* yang terjangkau dan mampu memberikan umpan balik objektif masih menjadi kendala dalam pendidikan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe sistem simulasi *CPR* berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, dengan integrasi sensor load cell untuk mengukur gaya tekan dan sensor ultrasonik PING Parallax untuk mengukur kedalaman kompresi (5–6 cm) dan ritme kompresi (100 – 120 cpm) sesuai standar keberhasilan yang ditetapkan oleh *American Heart Association (AHA)*. Data hasil pengukuran divisualisasikan secara real-time melalui *Arduino IoT Cloud* dan antarmuka *GUI Python*, dilengkapi dengan fitur *data logging* berbasis *Firebase*. Desain mekanik menggunakan mekanisme pegas (konstanta 6–12 N/mm) dengan panduan linier untuk mereplikasi resistansi elastisitas dada manekin *CPR* komersial. Metode pengembangan menggunakan pendekatan *VDI 2206* untuk memastikan integrasi mekanik, elektrik, dan perangkat lunak berjalan sistematis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur kedalaman (5–6 cm) dan ritme *CPR* (100–120 cpm) dengan tingkat akurasi pengukuran sebesar 95% untuk kedalaman dan 92% untuk ritme, sesuai dengan standar *AHA*, memberikan umpan balik visual yang jelas, serta mampu mereplikasi resistansi elastisitas dada manekin *CPR* komersial yang ditandai diterima dengan baik oleh pengguna uji (mahasiswa kesehatan). Penelitian ini menghasilkan solusi inovatif, dan representatif untuk pelatihan *CPR* di institusi pendidikan.

**Kata Kunci:** Simulasi *CPR*, ESP32, *Arduino IoT Cloud*, Load Cell, Sensor Ultrasonik, *Firebase*, *GUI Python*, *VDI 2206*

## ABSTRACT

*Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) is a vital life-saving skill, especially in cases of sudden cardiac arrest. The lack of affordable CPR simulation tools that provide objective feedback remains a significant barrier in health education. This study aims to design and develop a CPR simulation system prototype based on the Internet of Things (IoT) using the ESP32 microcontroller, integrating a load cell sensor to measure compression force and a PING Parallax ultrasonic sensor to measure compression depth (5–6 cm) and compression rhythm (100–120 CPM), in accordance with the success criteria set by the American Heart Association (AHA). The measured data is visualized in real time via the Arduino IoT Cloud and a Python-based GUI interface, complemented by a Firebase-based data logging feature. The mechanical design employs a spring mechanism (with a constant of 6–12 N/mm) and linear guides to replicate the elastic resistance of a commercial CPR manikin's chest. The development methodology follows the VDI 2206 approach to ensure systematic integration of mechanical, electrical, and software components. Test results indicate that the system successfully measures compression depth and rhythm with an accuracy rate of 95% for depth and 92% for rhythm, aligned with AHA standards. The system also provides clear visual feedback and effectively replicates the chest elasticity of a commercial CPR manikin, as confirmed by positive responses from user trials involving healthcare students. This research delivers an innovative and representative solution for CPR training in educational institutions.*

**Keywords:** *CPR Simulation, ESP32, Arduino IoT Cloud, Load Cell, Ultrasonic Sensor, Firebase, Python GUI, VDI 2206*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI) .....	iii
MOTO PRIBADI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat .....	4
1.4.1 Tujuan .....	4
3.4.1 Manfaat.....	5
I.5 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
II.1 Tinjauan Teori.....	7
II.1.1 Prototype (Prototipe) .....	7
II.1.2 Cardiopulmonary resuscitation (CPR).....	7
II.1.3 Mekanika Pegas .....	8
II.1.4 Internet of Things (IoT) .....	8
II.1.5 Sensor Ultrasonik Sebagai Pengukur Jarak .....	9
II.1.6 Fuzzy Logic .....	10
II.2 Tinjauan Alat.....	11
II.2.1 Microcontroller ESP-32-S3 .....	11
II.2.2 Sensor Load Cell.....	12
II.2.3 Sensor Ultrasonik Ping Parallax.....	12
II.2.4 Arduino IoT Cloud .....	14

II.2.5	LCD 16x2 I2C .....	15
II.2.6	Buzzer .....	15
II.2.7	Modul Getar (Vibration Module) .....	16
II.3	Studi Penelitian Terdahulu .....	16
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
III.1	Metode Penelitian .....	21
III.2.1	Identifikasi Kebutuhan .....	22
III.2.2	Analisis Sistem dan Spesifikasi Modul .....	23
III.2.3	Desain Konseptual (Gambaran Umum Sistem) .....	25
III.2.4	Desain Detail .....	26
III.2.5	Implementasi dan Pengujian Modul .....	38
III.2.6	Integrasi dan Pengujian Sistem .....	39
III.2	Validasi Sistem .....	40
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
IV.1	Pengujian Antar Modul .....	41
IV.1.1	Pengujian Modul Mekanik .....	41
IV.1.2	Pengujian Modul Elektrik .....	43
IV.1.3	Pengujian Modul Informatik (Perangkat Lunak) .....	48
IV.2	Pengujian Alat .....	57
IV.2.1	Hasil Pengujian Alat .....	57
IV.2.2	Analisis Pengujian Alat .....	58
IV.2.3	Validasi Alat .....	59
IV.3	Integrasi Sistem .....	61
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>64</b>
V.1	Kesimpulan .....	64
V.2	Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 <i>CPR</i> Training[17] .....	7
Gambar II. 2 Cara kerja sensor ultrasonik[26].....	9
Gambar II. 3 <i>Microcontroller</i> MCU ESP-32-S3[31].....	11
Gambar II. 4 Sensor Loadcell & Modul HX711[33] .....	12
Gambar II. 5 Sensor Ultrasonik PING PARALLAX [27] .....	13
Gambar II. 6 Platform Arduino IoT Cloud [36].....	14
Gambar II. 7 LCD 16x2 I2C[40].....	15
Gambar II. 8 Buzzer DC 5V [43].....	15
Gambar III. 1 VDI 2206 V Model [29].....	22
Gambar III. 2 Diagram Alir Metodologi VDI 2206.....	22
Gambar III. 3 Blok Diagram Desain Konseptual.....	25
Gambar III. 4 Pandangan samping .....	27
Gambar III. 5 Pandangan atas .....	27
Gambar III. 6 Isometrik 3D.....	28
Gambar III. 7 Breadboard diagram rancangan elektrik .....	29
Gambar III. 8 Skematik diagram rancangan elektrik .....	30
Gambar III. 9 Rancangan GUI Datalogger .....	30
Gambar III. 10 Dashboard aplikasi Arduino IoT Cloude Remote .....	31
Gambar III. 11 Rancangan Struktur Firebase .....	32
Gambar III. 12 Rancangan Fuzzy Logic .....	33
Gambar III. 13 Membership Function Input 1 .....	34
Gambar III. 14 Membership Function Input 2 .....	34
Gambar III. 15 Membership Function Output .....	35
Gambar III. 16 Diagram alir program rancangan modul informatik .....	37
Gambar III. 17 Blok diagram alur implementasi dan pengujian modul .....	38
Gambar III. 18 diagram integrasi dan pengujian sistem .....	39
Gambar IV. 1 Grafik pengujian konstanta pegas .....	42
Gambar IV. 2 Grafik nilai sensor ultrasonik sebelum kalibrasi dan nilai sensor ultrasonik setelah kalibrasi.....	45
Gambar IV. 3 Grafik nilai sensor loadcell sebelum kalibrasi dan nilai sensor	

loadcell setelah kalibrasi .....	48
Gambar IV. 4 Pengujian antarmuka Arduino IoT Cloud Remote App.....	49
Gambar IV. 5 Tampilan Ujicoba Firebase Realtime Database .....	51
Gambar IV. 6 Tampilan GUI Datalogger Python .....	53
Gambar IV. 7 Hasil dataloging timestamp selama 1 menit .....	54
Gambar IV. 8 Ringkasan hasil dataloging .....	54
Gambar IV. 9 Hasil dataloging dalam bentuk grafik kedalaman.....	54
Gambar IV. 10 Hasil dataloging dalam bentuk grafik ritme CPR (cpm).....	54
Gambar IV. 11 Grafik Perbandingan Data Kedalaman dengan Ritme Kompresi CPR dan Grafik Kesesuaian dengan Standar AHA .....	58
Gambar IV. 12 Ujicoba Alat Oleh Mahasiswa Kesehatan.....	60
Gambar IV. 13 Integrasi sistem .....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Hasil studi penelitian terdahulu .....	16
Tabel III. 1 Identifikasi Kebutuhan .....	22
Tabel III. 2 Analisis sistem dan spesifikasi modul .....	24
Tabel III. 3 Penjelasan blok diagram desain konseptual .....	25
Tabel III. 4 Penjelasan nama komponen mekanik .....	27
Tabel III. 5 Penjelasan komponen breadboard diagram .....	29
Tabel III. 6 Keterangan Gambar GUI Python .....	30
Tabel III. 7 Penjelasan gambar dashboard IoT .....	32
Tabel III. 8 Rancangan Struktur Firebase .....	32
Tabel III. 9 Input 1 Crisp Value .....	34
Tabel III. 10 Crisp Value Input 2 .....	35
Tabel III. 11 Crisp Value Output .....	35
Tabel III. 12 Fuzzy Rule .....	36
Tabel IV. 1 Pengujian konstanta pegas .....	41
Tabel IV. 2 Pengujian Sensor Ultrasonik PING PARALLAX sebelum kalibrasi .....	43
Tabel IV. 3 Pengujian Sensor Ultrasonik PING PARALLAX setelah kalibrasi .....	44
Tabel IV. 5 Pengujian Sensor Loadcell 100kg sebelum kalibrasi .....	46
Tabel IV. 6 Pengujian Sensor Loadcell 100kg setelah kalibrasi .....	47
Tabel IV. 7 Pengujian Arduino IoT Cloud Remote App .....	50
Tabel IV. 8 Pengujian komunikasi data Firebase Realtime Database .....	52
Tabel IV. 9 Pengujian GUI Datalogger Python .....	55
Tabel IV. 10 Hasil pengujian alat .....	57
Tabel IV. 11 Hasil Pengujian Langsung oleh Mahasiswa Kesehatan .....	60
Tabel IV. 12 Tuntutan keseluruhan sistem .....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1** Program Arduino IoT Cloud & GUI Python Dataloger

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

CPR = Cardiopulmonary Resuscitation  
CPM = Compression Per Minute  
GUI = Graphical User Interface  
N = Newton  
Cm = Centimeter  
IoT = Internet Of Things  
ESP32 = Espressif Systems 32  
Gr = Gram  
Kg = Kilogram  
LCD = Liquid Crystal Display  
VDI = Verein Deutscher Ingenieure  
DC = Direct Current  
V = Volt  
A = Ampere  
W = Watt  
GND = Ground  
SIG = Signal  
VCC = Voltage Common Collector  
GPIO = General Purpose Input Output  
FSR = Force Sensitive Resistance  
t = Time  
MQTT = Message Queuing Telemetry Transport  
TLS = Transport Layer Security  
AHA = American Heart Association  
EMG = Elektromiografi  
VR = Virtual Reality  
WIFI = Wireless Fidelity  
UART = Universal Asynchronous Receiver/Transmitter  
SPI = Serial Peripheral Interface  
I2C = Inter-Integrated Circuit  
ADC = Analog Digital Converter  
DAC = Digital Analog Converter  
HTTP = Hypertext Transfer Protocol

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) merupakan salah satu keterampilan paling penting dalam penanganan kegawatdaruratan medis, terutama pada kasus henti jantung mendadak dan gagal napas yang terjadi di luar rumah sakit[1]. Menurut laporan berbagai organisasi kesehatan dunia, lebih dari 700.000 kematian terjadi setiap tahun akibat henti jantung mendadak[2]. Tingginya angka ini menunjukkan perlunya kemampuan CPR yang memadai tidak hanya di kalangan tenaga medis, tetapi juga di masyarakat umum, guna meningkatkan angka kelangsungan hidup pasien pada saat kritis [3].

Pendidikan dan pelatihan CPR saat ini telah menjadi bagian dari kurikulum institusi kesehatan di banyak negara. Namun, efektivitas pelatihan sangat bergantung pada keberadaan perangkat simulasi yang mampu meniru kondisi nyata dan memberikan umpan balik akurat[4]. Di Indonesia, keterbatasan alat bantu pelatihan CPR yang terjangkau dan akurat masih menjadi tantangan, terutama bagi institusi pendidikan vokasi dengan fasilitas dan anggaran terbatas. Alat simulasi konvensional seringkali mahal, sulit diakses, serta tidak mampu menyajikan evaluasi objektif terhadap performa pengguna[5].

Salah satu aspek penting dalam pelatihan CPR adalah kemampuan peserta untuk menjaga kedalaman kompresi antara 5–6 cm dan ritme penekanan sebesar 100–120 CPM (compression per minute) sesuai pedoman American Heart Association (AHA)[6]. Namun, sebagian besar alat manekin tradisional tidak menyediakan fitur umpan balik real-time terhadap dua parameter kritis tersebut. Akibatnya, peserta tidak dapat mengetahui secara langsung apakah teknik yang mereka lakukan sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan, sehingga efektivitas pelatihan menjadi kurang optimal[7], [8].

Berbagai penelitian telah mencoba mengembangkan sistem pelatihan CPR alternatif menggunakan teknologi digital. Misalnya, sistem berbasis aplikasi mobile yang menggunakan sensor accelerometer mampu mendeteksi pergerakan vertikal, namun tidak dapat mengukur gaya tekan yang sesungguhnya diberikan oleh

pengguna[9]. Sistem lainnya yang menggunakan sensor tekanan seperti FSR atau EMG lebih fokus pada deteksi sinyal fisiologis, tetapi cenderung mahal dan ditujukan untuk penggunaan profesional[10]. Sebagian pengembang mencoba memanfaatkan teknologi *Virtual Reality (VR)* untuk menciptakan simulasi lingkungan, namun simulasi tersebut tidak dapat memberikan umpan balik resistansi fisik yang menyerupai elastisitas dada manusia[11].

Kesenjangan inilah yang melatarbelakangi perlunya pengembangan sistem baru yang mampu mengukur dua parameter utama pelatihan CPR, yaitu kedalaman dan ritme kompresi, secara akurat, real-time, dan terjangkau. Untuk itu, penelitian ini merancang sebuah prototipe sistem simulasi CPR berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, yang dipilih karena memiliki konektivitas Wi-Fi terintegrasi, kecepatan pemrosesan tinggi, serta mendukung komunikasi dengan berbagai jenis sensor.

Sistem ini menggabungkan dua jenis sensor: sensor load cell untuk mengukur gaya tekan selama kompresi dada, dan sensor ultrasonik PING Parallax untuk mengukur kedalaman penekanan dada. Kombinasi sensor ini dipilih karena mampu memberikan hasil pengukuran dua parameter berbeda secara independen namun saling melengkapi. Hasil pengukuran dikirimkan secara nirkabel ke platform *Arduino IoT Cloud*, sehingga pengguna dapat memperoleh umpan balik visual secara real-time. Selain itu, sistem dilengkapi antarmuka tambahan berupa *GUI Python* untuk menampilkan hasil evaluasi latihan dalam bentuk numerik, grafik, serta hasil skoring berdasarkan logika fuzzy.

Aspek visualisasi ini menjawab kebutuhan akan alat yang tidak hanya melakukan pengukuran, tetapi juga mempermudah interpretasi data oleh pengguna pemula, seperti mahasiswa atau siswa keperawatan. Sistem mampu menyimpan hasil latihan secara otomatis dalam format *log data* yang dapat digunakan untuk analisis performa jangka panjang, pelaporan, atau perbandingan antar peserta.

Selain dari sisi elektronik dan perangkat lunak, penelitian ini juga mengedepankan pendekatan mekanik yang realistis. Sistem mekanik dirancang menggunakan mekanisme pegas dengan konstanta elastisitas 6–12 N/mm, dipadukan dengan panduan linier untuk menciptakan gerakan vertikal yang stabil serta resistansi tekan

yang menyerupai dada manusia. Desain ini meniru karakteristik elastisitas manekin CPR komersial, sekaligus memungkinkan kalibrasi sesuai profil pengguna (misalnya tingkat kekuatan tangan mahasiswa).

Pendekatan pengembangan yang digunakan mengacu pada VDI 2206, yaitu metode sistematis dalam pengembangan mekatronika yang mengintegrasikan aspek mekanik, elektrik, dan perangkat lunak secara simultan. Metodologi ini memastikan bahwa setiap subsistem (mekanik, elektronik, antarmuka cloud dan GUI) saling terkoneksi dan diuji secara iteratif untuk memastikan performa sistem secara keseluruhan dapat menjawab kebutuhan pelatihan CPR.

Dengan pendekatan ini, penelitian berusaha menjawab tiga pertanyaan utama: (1) bagaimana merancang sistem simulasi CPR berbasis ESP32 dan dual sensor untuk mengukur kedalaman dan ritme kompresi secara real-time; (2) bagaimana metode integrasi sensor dan visualisasi data melalui dashboard Arduino IoT Cloud dan GUI Python; dan (3) bagaimana merancang sistem mekanik berbasis pegas dan panduan linier yang realistis dan representatif seperti manekin CPR komersial. Dengan menjawab ketiga rumusan masalah tersebut, diharapkan sistem yang dikembangkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pelatihan CPR dasar yang lebih inklusif, efisien, dan berbasis data.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada beberapa aspek penting terkait pelatihan *CPR* yang efektif dan aksesibilitas alat simulasi.

1. Bagaimana merancang prototipe alat simulasi *CPR* yang dapat mengukur parameter kedalaman kompresi (5–6 cm) dan ritme penekanan (100–120 CPM) secara *real-time* dengan memanfaatkan teknologi *IoT* berbasis mikrokontroler ESP32 serta kombinasi sensor load cell dan ultrasonik PING Parallax?
2. Bagaimana metode integrasi dan pengolahan data sensor (load cell untuk gaya tekan dan ultrasonik untuk kedalaman kompresi) agar dapat menghasilkan umpan balik visual yang akurat melalui dashboard berbasis *Arduino IoT Cloud* serta antarmuka *GUI Python*?
3. Bagaimana merancang sistem mekanik berbasis mekanisme pegas dengan konstanta  $k$  (6–12 N/mm) dan panduan linier yang mampu mereplikasi

resistansi elastisitas dada maneken *CPR* komersial, sehingga memberikan simulasi pelatihan yang realistis dan representatif?

Dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan metode pelatihan *CPR* yang lebih baik dan lebih efisien.

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Alat ini dirancang untuk mendukung pelatihan mahasiswa kesehatan, khususnya dalam memahami teknik Cardiopulmonary Resuscitation (*CPR*). Penelitian ini tidak mencakup pengujian pada tenaga medis profesional atau pengguna di luar lingkup akademik.
2. Penelitian terbatas pada penggunaan mikrokontroler ESP32, sensor load cell untuk koreksi ritme berdasarkan hasil pengukuran sensor ultrasonik PING PARALLAX, sensor PING PARALLAX untuk ritme dan kedalaman penekanan, serta platform Arduino Iot Cloud untuk visualisasi data. Teknologi atau sensor lain yang dapat meningkatkan akurasi tidak menjadi fokus utama.
3. Resistansi mekanik yang disimulasikan menggunakan pegas dirancang untuk menyerupai elastisitas dada maneken manusia secara umum. Penelitian ini tidak mempertimbangkan variasi resistansi pada kondisi fisik pasien yang berbeda, seperti anak-anak atau individu dengan kondisi medis tertentu.
4. Penelitian ini hanya mengukur parameter-parameter standar *CPR*, seperti tekanan (5–6 cm) dan ritme (100–120 tekanan per menit). Parameter lain, seperti ventilasi atau waktu respon, tidak diukur dalam alat ini.
5. Pengujian dan validasi prototipe dilakukan pada lingkungan laboratorium simulasi. Implementasi di lapangan atau rumah sakit untuk skenario nyata tidak menjadi bagian dari penelitian ini.

### **1.4 Tujuan dan Manfaat**

#### **1.4.1 Tujuan**

- 1) Merancang dan membangun prototipe alat simulasi *CPR* yang mampu mengukur kedalaman kompresi (5–6 cm) dan ritme penekanan (100–120 CPM) secara real-time dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things*

(IoT) berbasis mikrokontroler ESP32, serta mengintegrasikan sensor load cell dan sensor ultrasonik PING Parallax untuk akuisisi data yang presisi.

- 2) Mengembangkan metode integrasi dan pengolahan data sensor (load cell untuk gaya tekan dan ultrasonik untuk kedalaman kompresi) agar dapat menghasilkan umpan balik visual yang akurat dan informatif melalui dashboard *Arduino IoT Cloud* serta antarmuka *GUI Python*, sehingga memudahkan pengguna dalam mengevaluasi performa *CPR* secara objektif.
- 3) Merancang sistem mekanik berbasis mekanisme pegas dengan konstanta  $k$  (6–12 N/mm) dan panduan linier yang mampu mereplikasi resistansi elastisitas dada manekin *CPR* komersial, guna menciptakan pengalaman simulasi yang realistis, ergonomis, dan representatif untuk pelatihan *CPR*.

#### **1.4.2 Manfaat**

1. Alat ini memberikan sarana pelatihan yang efektif dan efisien untuk mahasiswa kesehatan, membantu mereka memahami dan menguasai teknik *CPR* dengan standar yang tepat.
2. Meningkatkan pengalaman praktikum melalui umpan balik objektif berbasis data.
3. Berkontribusi pada pengembangan teknologi IoT di bidang medis, khususnya dalam menciptakan alat simulasi yang lebih inovatif dan terjangkau.
4. Menjadi referensi bagi penelitian lanjutan terkait simulasi pelatihan berbasis multi-sensor.
5. Alat ini menawarkan alternatif yang lebih ekonomis dibandingkan manekin *CPR* komersial, sehingga dapat diimplementasikan di lebih banyak institusi pendidikan dengan anggaran terbatas.
6. Membantu pengguna mendapatkan wawasan lebih mendalam tentang performa mereka selama latihan *CPR* melalui visualisasi parameter seperti ritme, dan kedalaman kompresi.
7. Meningkatkan kepercayaan diri dan keterampilan dalam situasi darurat nyata melalui simulasi yang akurat dan realistis.
8. Membuka peluang untuk mengintegrasikan alat ini ke dalam sistem pelatihan di rumah sakit atau institusi pelatihan medis lainnya, sehingga

dapat digunakan untuk pelatihan tenaga medis atau komunitas.

### **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut. BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi uraian mengenai implementasi sistem simulasi *CPR* yang telah dibuat, mulai dari realisasi sistem mekanik dan elektronik, hasil pengujian sensor dan sistem IoT, hingga analisis terhadap data yang diperoleh. Pembahasan dilakukan secara menyeluruh untuk mengevaluasi performa sistem berdasarkan tujuan yang telah dirumuskan.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari hasil yang telah dicapai dalam penelitian ini serta saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem di masa mendatang.