

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Antropometri Bayi

Antropometri merupakan metode pengukuran dimensi fisik dan komposisi tubuh manusia yang digunakan sebagai indikator untuk menilai status kecukupan gizi serta mendeteksi gangguan pertumbuhan sejak dini (Kementerian Kesehatan RI, 2020). Melalui pendekatan parameter fisik ini, kondisi kesehatan anak dapat dipetakan secara objektif berdasarkan angka-angka matematis yang terukur.

Menurut Hia dkk. (2024), pengukuran antropometri merupakan metode pemeriksaan fisik yang digunakan untuk menentukan keadaan gizi seseorang. Pada bayi dan anak-anak, data antropometri mencerminkan status kesehatan umum serta kecukupan gizi yang berfungsi untuk melacak progres tumbuh kembang dari waktu ke waktu, sekaligus mendeteksi dini kelainan seperti gangguan pertumbuhan dan gizi buruk. Parameter antropometri fisik anak yang diukur terdiri dari Berat Badan (BB), Tinggi Badan atau Panjang Badan (TB), serta Lingkar Antropometri seperti lingkar kepala (LIKA), lingkar dada (LIDA), lingkar lengan atas (LILA), dan lingkar perut (LIPER). Setiap parameter tersebut memiliki tingkat sensitivitas yang berbeda terhadap pemenuhan nutrisi anak. Berat badan merupakan indikator yang sangat labil karena perkembangannya cepat berubah mengikuti asupan gizi dan kondisi kesehatan jangka pendek. Sebaliknya, tinggi badan menggambarkan pertumbuhan skeletal yang kurang sensitif terhadap masalah gizi dalam waktu singkat, di mana dampaknya baru terlihat dalam jangka waktu yang relatif lama.

2.2 Pertumbuhan Bayi

Pertumbuhan merupakan suatu proses perubahan fisik pada tubuh anak yang perkembangan tersebut ditandai dengan bertambahnya ukuran, berat, tinggi tubuh anak yang bisa diukur dengan angka pasti. Proses pertumbuhan ini sangat berbeda dengan perkembangan yang lebih fokus pada kematangan fungsi organ tubuh atau mental anak. Fase usia dari 0 sampai 24 bulan merupakan periode yang sangat krusial dan sering disebut sebagai masa keemasan (*golden age*) pertumbuhan anak. Masa keemasan ini termasuk dalam bagian 1.000 Hari Pertama Kehidupan (HPK) yang dihitung sejak bayi berada di dalam kandungan sampai usianya menginjak dua



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

tahun (Noorwahyuni et al., 2025).

Pada masa *golden age*, pertumbuhan fisik dan jaringan saraf otak bayi berjalan dengan sangat cepat (Noorwahyuni et al., 2025). Bahkan, volume otak bayi pada usia ini berkembang hingga mencapai hampir 80% dari ukuran otak orang dewasa. Karena proses pertumbuhannya berjalan sangat progresif, fase ini menjadi masa yang paling rentan terhadap gangguan luar. Jika bayi mengalami kekurangan asupan nutrisi atau sering terkena infeksi penyakit pada masa keemasan ini, dampak buruk yang dihasilkan bisa bersifat permanen dan tidak bisa diperbaiki lagi di masa depan (Sutarto et al., 2020). Dampak negatif tersebut bisa berupa penurunan kecerdasan, hambatan kemampuan motorik, hingga tubuh yang kerdil. Hal inilah yang mendasari mengapa pemantauan pertumbuhan fisik bayi secara berkala setiap bulan melalui Posyandu menjadi hal yang wajib dilakukan untuk meminimalkan dampak buruk tersebut.

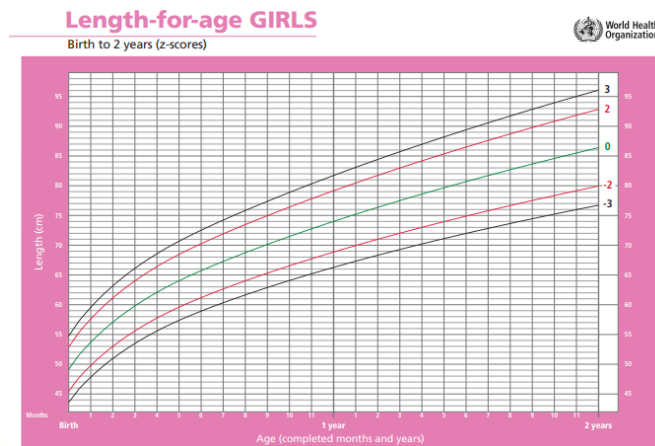
2.3 Standar Antropometri Bayi menurut WHO

Standar Antropometri yang digunakan untuk mengevaluasi pertumbuhan bayi di Indonesia secara resmi diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 2 Tahun 2020. Regulasi ini mengadopsi secara penuh *Child Growth Standards* yang diterbitkan oleh *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2006. Standar tersebut dikembangkan untuk menggambarkan karakteristik pertumbuhan bayi usia 0 hingga 24 bulan yang hidup di lingkungan optimal dengan pemenuhan gizi yang baik. Penilaian status pertumbuhan dalam standar ini tidak lagi menggunakan persentase terhadap nilai rata-rata lokal, melainkan beralih menggunakan nilai simpangan baku atau *Z-score* internasional. Metode ini mengukur secara objektif seberapa jauh dimensi fisik seorang bayi bergeser dari nilai tengah populasi bayi sehat seusianya di dunia, sehingga hasil pengukurannya diakui *valid* untuk kebutuhan skrining klinis. Penentuan status pertumbuhan linear dan massa tubuh bayi dievaluasi berdasarkan skor penyimpangan dari populasi referensi. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1 dan Gambar 2.2



Hak Cipta :

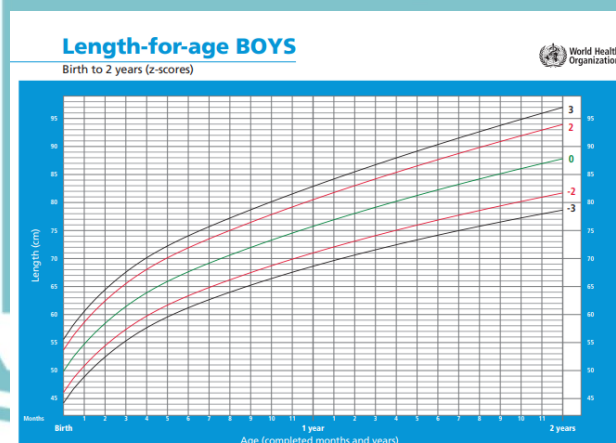
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2.1 Z - core pertumbuhan tinggi bayi perempuan

Sumber : World Health Organization., 2026

Pada Gambar 2.1 merupakan grafik kurva standar pertumbuhan pada bayi perempuan dengan rentang 0 – 24 bulan dalam pertumbuhan tinggi menurut *World Health Organization*. Grafik ini menggunakan sistem Z-Score untuk memetakan status gizi anak. Sumbu horizontal (X) menunjukkan variabel umur anak dalam hitungan bulan atau tahun, sedangkan sumbu vertikal (Y) menunjukkan variabel panjang badan anak dalam satuan sentimeter (cm).



Gambar 2.2 Z - core pertumbuhan tinggi bayi laki laki

Sumber : World Health Organization., 2026

Pada Gambar 2.2 merupakan grafik kurva standar pertumbuhan bayi laki laki dengan rentang usia 0 – 24 bulan dalam pertumbuhan tinggi menurut *World Health Organization*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4 Mikontroler ESP32

Menurut Mauladi dkk. (2020), ESP32 merupakan komponen hardware mikrokontroler yang dikenal dengan *Espressif System* sebagai penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada ESP32 telah menyediakan modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung dalam membuat sistem aplikasi *Internet of Things* berkat kemampuannya yang dapat dikoneksikan ke sistem web maupun aplikasi. ESP32 memiliki banyak pin kaki seperti pada Gambar 2.3 dan Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Definisi pin ESP32

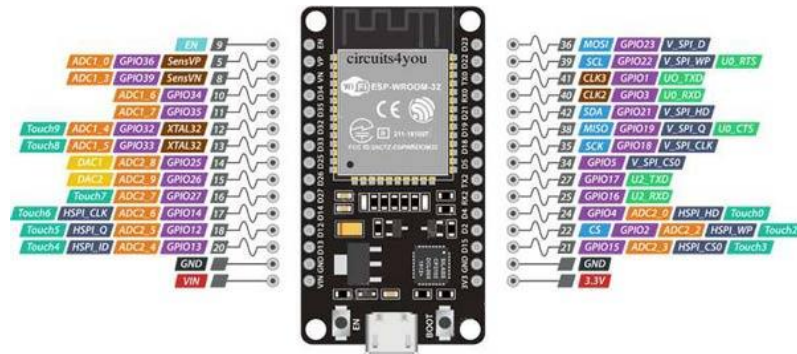
Jenis PIN	Deskripsi
Tegangan operasi	Menyediakan tegangan operasi untuk board lainnya.
GPIO	Pin yang bisa menjadi <i>input/output</i> sesuai dengan kebutuhan.
EN	Sebagai pin yang mengaktifkan atau me-reset chip ESP32
Analog Input Pin (ADC)	Pin <i>input</i> yang dapat digunakan sebagai pembaca sensor analog
Analog Output Pin (DAC)	Pin <i>output</i> yang digunakan untuk mengubah nilai digital menjadi analog
Antarmuka SPI	Protokol komunikasi untuk komunikasi cepat dengan sensor.
Antarmuka UART (TX, RX)	Komunikasi serial untuk komunikasi dengan modul lain seperti GPS.
Antarmuka I2C (SDA, SCL)	Protokol komunikasi untuk komunikasi dengan LCD I2C atau OLED
Clock	Digunakan sebagai clock dan chip <i>select</i> .
WiFi	IEEE802.11b/g/n/e/i.

Sumber : espressif, 2026

Pada Gambar 2.3 *development board* ESP32 umumnya tersedia dalam dua varian, yaitu versi 30 GPIO dan 36 GPIO. Meskipun fungsionalitas keduanya sama, versi 30 GPIO sering kali lebih dipilih karena menyediakan dua pin- (GND). Setiap pin pada papan ini telah dilengkapi label yang jelas di bagian atas untuk memudahkan identifikasi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2.3 Pin kaki ESP32

Sumber : Nizam, M., dkk, 2022

Selain itu, papan pada Gambar 2.3 sudah mengintegrasikan antarmuka USB to UART sehingga proses pemrograman melalui *Integrated Development Environment* (IDE) seperti Arduino IDE dapat dilakukan dengan mudah melalui konektor micro-USB.

2.5 Modem WiFi

Modem Wi-Fi merupakan perangkat integrasi teknologi nirkabel yang menggabungkan fungsi modulator-demodulator (modem) jaringan seluler dengan *wireless router* untuk area lokal. Perangkat ini bertindak sebagai media konversi gelombang radio elektromagnetik yang dipancarkan oleh *Base Transceiver Station* (BTS) menjadi paket data digital melalui proses demodulasi, yang kemudian didistribusikan kembali ke perangkat pengguna menggunakan standar protokol *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) tanpa media kabel (*wireline*).

Penggunaan modem Wi-Fi berbasis seluler menjadi solusi krusial dalam mengatasi keterbatasan jangkauan infrastruktur kabel fisik. Perangkat ini bekerja dengan membagi jalurnya menjadi dua segmen utama yaitu sisi *Wide Area Network* (WAN) yang bertugas menangkap frekuensi operator seluler, dan sisi *Local Area Network* (LAN) yang memancarkan sinyal Wi-Fi lokal pada frekuensi bebas agar dapat diakses secara bersama oleh berbagai perangkat komputasi (Setiawan et al. 2021). Seperti pada Gambar 2.4.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2.4 Modem Orbit

Sumber : MyOrbit, 2026

Pada Gambar 2.4 menunjukkan modem Telkomsel Orbit Star N1 (Model HKM0127-A / R0121) yang merupakan wireless home router yang beroperasi pada jaringan 4G LTE dengan kategori kecepatan Downlink/Uplink (DL/UL) Cat 4. Modem ini telah dilengkapi dengan teknologi *2x2 Multiple Input Multiple Output* (MIMO) untuk mengoptimalkan stabilitas penerimaan sinyal dari BTS seluler. Pada sisi jaringan lokal (LAN), perangkat ini memancarkan sinyal Wi-Fi pada pita frekuensi 2.4 GHz yang mampu mendukung koneksi hingga 32 perangkat pengguna secara bersamaan, dengan tingkat kecepatan transmisi data mencapai hingga 15 Mbps. Selain itu, untuk mendukung fleksibilitas koneksi fisik, modem ini menyediakan 2 buah port LAN/WAN serta 2 buah port antena eksternal guna memperkuat penerimaan sinyal di area yang memiliki cakupan jaringan minim.

2.6 Antena Omnidirectional

Antena omnidirectional merupakan jenis antena nirkabel yang dirancang khusus untuk memancarkan dan menangkap gelombang elektromagnetik secara merata ke segala arah sebesar 360 derajat pada bidang horizontal. Secara visual, karakteristik pola radiasi atau pancaran dari antena ini berbentuk melingkar penuh yang menyerupai bentuk kue donat.

Dalam sistem komunikasi seluler dan jaringan lokal (Wireless LAN), jenis antena ini sangat ideal digunakan untuk perangkat yang bersifat menetap ataupun



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

bergerak karena tidak membutuhkan pengarahannya posisi (pointing) yang spesifik. Sifat penyebaran energinya yang merata membuat penguatan daya (gain) antena bernilai konstan atau sama besar di setiap sudut derajat horizontal seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Antena *omnidirectional*

Sumber : arviando., rivando, 2021

Pada Gambar 2.5 merupakan antena *omni-directional* yang dapat memancarkan dan menerima energi elektromagnetik secara simetris di sekitar porosnya. Sifat cakupan 360° ini memberikan keuntungan fungsional yang tinggi untuk perangkat *indoor*, karena tidak perlu melakukan penyesuaian arah yang presisi atau menghadapkan fisik modem secara tegak lurus ke posisi koordinat menara BTS luar. Sinyal yang datang dari sudut manapun dapat diserap dengan nilai penguatan (*gain*) yang sama rata. Namun, karakteristik tangkapan yang sangat luas ini juga memiliki konsekuensi teknis, di mana antena menjadi lebih rentan menyerap gelombang pantul (*multipath*) dan derau parasitik dari lingkungan sekitar ruangan. Adapun parameter yang perlu diperhatikan dari antena *omnidirectional* sebagai berikut :

1. *Return Loss*

Return loss merupakan salah satu parameter penting yang digunakan untuk mengevaluasi dan menganalisis kinerja suatu antena atau perangkat gelombang mikro lainnya. Parameter ini mendefinisikan seberapa baik tingkat kecocokan impedansi (*impedance matching*) antara antena mikrostrip dengan sistem atau saluran transmisi yang digunakan, di mana nilainya umum dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Secara fisis, *return loss* menggambarkan representasi dari jumlah daya sinyal yang hilang atau dipantulkan kembali menuju sumber akibat adanya



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ketidakcocokan impedansi pada saluran transmisi (Mujahidin et al., 2024).

Dalam karakterisasi antenna, semakin kecil atau semakin negatif nilai *return Loss*, maka kualitas antenna tersebut akan semakin baik karena daya yang terbangun semakin minimal. Sebuah antenna dapat dikategorikan layak dan berfungsi dengan baik jika memiliki nilai *return loss* $\leq -9,5$ dB Nilai standar ini menunjukkan bahwa daya yang memantul kembali hanya sekitar 11%, sementara 89% daya sisanya berhasil diradiasikan oleh antenna secara optimal.

2. Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Voltage Standing Wave Ratio atau yang disingkat dengan VSWR merupakan parameter fisis yang merepresentasikan efisiensi dari pencocokan impedansi antara antenna mikrostrip dengan saluran transmisi ataupun sumber sinyal pemancar (*transmitter*). Parameter VSWR diukur berdasarkan rasio perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum dengan amplitudo minimum yang terjadi pada sepanjang saluran transmisi. Nilai parameter VSWR ini memiliki keterkaitan fisis yang sangat erat dengan parameter *return loss* dalam menentukan efisiensi transfer daya (Mujahidin et al., 2024).

Semakin besar nilai VSWR, maka daya yang dipantulkan juga akan semakin besar. Secara teoretis, rentang nilai VSWR adalah antara 1 hingga tak hingga (∞), namun dalam praktiknya, suatu antenna dikategorikan layak digunakan jika memiliki nilai $VSWR \leq 2$ Pengukuran VSWR ini berkaitan erat dengan koefisien refleksi (τ).

2.7 Sensor Load cell

Sensor berat, atau yang lebih dikenal sebagai sensor load cell adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur berat atau gaya dengan mengubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik. Di dalam sensor ini terdapat komponen utama berupa strain gauge, yaitu sebuah isolator fleksibel yang ditemplei dengan pola logam konduktif. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip *strain gauge*, yaitu elemen pengukur regangan yang berubah resistansinya saat menerima tekanan atau beban, seperti pada Gambar 2.6



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2.6 Load cell

Sumber : Saputra dkk., 2022

Pada Gambar 2.6 merupakan Load cell tipe merupakan Load cell tipe setengah jembatan (*half-bridge*) berkapasitas 50 kg yang umumnya digunakan pada timbangan badan digital.

2.7.1 Prinsip kerja sensor load cell

Sensor load cell *half-bridge* merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk mengukur massa badan yang prinsip kerjanya seperti jembatan *wheatstone*. Dalam penggunaannya, diperlukan optimasi posisi antara empat sensor load cell *half-bridge*. Tujuan dilakukannya optimasi posisi sensor ini untuk mengetahui jarak optimal posisi sensor sehingga dapat memberikan keluaran yang stabil (Rista, dkk., 2024).

Secara kelistrikan, kabel dari keempat sensor ini disambungkan secara fisik membentuk satu rangkaian *Jembatan Wheatstone (Full-Bridge)*. Rangkaian gabungan ini berfungsi menyatukan seluruh tekanan dari setiap sudut menjadi satu *output* sinyal listrik analog berukuran mikroVolt. Sinyal total tersebut kemudian diperkuat dan diubah menjadi data digital oleh modul HX711. Data digital inilah yang dikirim ke mikrokontroler untuk dihitung menggunakan rumus faktor kalibrasi, sehingga mikrokontroler dapat langsung menampilkan berat total objek secara akurat dan seketika. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2.2 Definisi kabel Load cell

Jenis PIN	Deskripsi
Merah	Sebagai kabel yang akan menghubungkan titik tengah sensor ke modul HX711.
Hitam	Sebagai kabel yang menghubungkan sensor bagian atas ke rangkaian luar.
Putih	Sebagai kabel yang menghubungkan sensor bagian bawah ke rangkaian luar.

Sumber : Datasheet load cell

Pada Tabel 2.2 menunjukkan pembagian fungsi dan peruntukan dari setiap warna jalur kabel yang terdapat pada sensor load cell. Kabel berwarna merah bertindak sebagai jalur signal utama yang mengirimkan data keluaran berupa tegangan analog kecil dari hasil pemuaiian komponen *strain gauge*. Sementara itu, kabel berwarna putih berfungsi sebagai terminal hambatan atas dan kabel berwarna hitam berfungsi sebagai terminal hambatan bawah. Ketiga konfigurasi kabel ini nantinya akan dipasangkan dan dihubungkan dengan modul *amplifier* HX711 agar dibaca oleh mikrokontroler.

2.7.2 Perhitungan persentase load cell

Untuk mengetahui tingkat keandalan dan tingkat presisi dari hasil penggabungan keempat sensor load cell tersebut, diperlukan sebuah perhitungan matematis. Parameter evaluasi yang digunakan didasarkan pada perhitungan persentase kesalahan dan tingkat akurasi sistem dengan persamaan 2.1 (Saputra, dkk., 2022):

$$\text{Nilai error \%} = \left| \frac{\text{nilai pembacaan sensor} - \text{nilai referensi}}{\text{nilai referensi}} \right| \times 100\% \dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

Error % : hasil persentase kesalahan yang di hasilkan

Nilai pembacaan sensor : hasil dari pengukuran berat yang ditampilkan oleh sensor load cell

Nilai refrensi : hasil dari pengukuran menggunakan timbangan referensi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Adapun persamaan untuk menentukan tingkat akurasi dari sensor load cell seperti berikut :

$$\text{Akurasi (\%)} = 100 \% - \text{nilai error \%} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Nilai error : hasil persentase kesalahan yang dihasilkan

2.8 Modul HX711

Modul HX711 merupakan komponen elektronik terintegrasi yang didesain khusus untuk menjembatani sensor load cell dengan pemroses data utama seperti mikrokontroler. Modul ini mengintegrasikan penguat sinyal (*amplifier*) berperforma tinggi dan mengonversi data analog ke digital (*Analog-to-Digital Converter*) dalam satu papan sirkuit yang ringkas.

Terdapat beberapa modul *amplifier* yang digunakan untuk membuat timbangan diantaranya yaitu Modul HX711, IC INA114 dan beberapa Ic penguat lainnya. Untuk *amplifier* yang biasa dipakai untuk pengukuran berat atau timbangan digital di indonesia adalah modul HX711(Yanuar et al., 2022). Seperti pada Tabel 2.3 dan Gambar 2.7

Tabel 2.3 Definisi pin modul HX711

Jenis PIN	Deskripsi
VCC	Sebagai pin yang menghubungkan tegangan menggunakan 3.3V atau 5V.
GND	Sebagai pin yang menghubungkan jalur <i>ground</i> .
DT (DOUT)	Sebagai pin data serial.
SCK	Sebagai pin clock serial.
E+, E-, A+, A-	Pin yang akan menghubungkan sensor load cell dengan modul HX711.

Sumber : Datasheet HX711

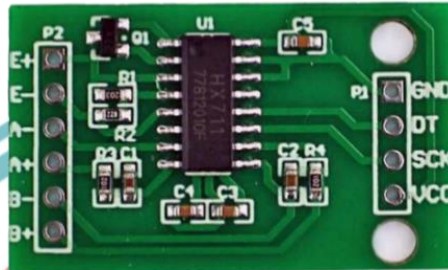
Pada Tabel 2.3 menunjukkan pin dari modul HX711. Pada *input*, pin E+ dan E- berfungsi memberikan tegangan referensi menuju load cell, sedangkan pin A+



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan A- sebagai penerima sinyal tegangan analog hasil perubahan berat. Sementara itu, pada terminal *output*, pin VCC dan GND dihubungkan ke sumber daya, pin DT berfungsi mengirimkan paket data berat berwujud digital, serta pin SCK bertindak sebagai pengatur ritme pulsa komunikasi serial data tersebut menuju pin ESP32.



Gambar 2.7 Modul HX711

Sumber : Sam dkk., 2020

Pada Gambar 2.7 menunjukkan bentuk fisik dari modul HX711 yang digunakan pada sistem timbangan. Gambar tersebut menunjukkan letak pin-pin terminal yang digunakan untuk menghubungkan kabel dari sisi sensor load cell di sebelah kiri dan pin koneksi menuju mikrokontroler ESP32 di sebelah kanan.

2.9 Sensor HC – SR04

Sensor HC-SR04 adalah salah satu jenis sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mengukur jarak suatu objek dengan menerapkan prinsip pantulan gelombang suara. Perangkat ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik melalui komponen pemancar (*transmitter*), kemudian menangkap kembali pantulan gelombang tersebut melalui komponen penerima (*receiver*). Seperti pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Sensor HC – SR04

sumber : Saputra dkk., 2022



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada Gambar 2.8 HC – SR04 memiliki mekanisme kerja sensor diawali dengan pengiriman sinyal pemicu berupa pulsa positif dengan durasi minimal 10 μ s dari mikrokontroler melalui jalur TRIGGER. Sebagai respon balik setelah gelombang ultrasonik memantul dari objek, pin ECHO akan menghasilkan pulsa positif dalam kurun waktu antara 100 μ s sampai 18 ms. Durasi aktif dari sinyal ECHO inilah yang kemudian dikonversi oleh mikrokontroler menjadi data parameter jarak yang presisi.

2.9.1 Prinsip kerja HC – SR04

Secara teknis, sensor ultrasonik varian HC-SR04 ini memiliki kapabilitas untuk mendeteksi jarak target pada rentang operasional mulai dari 3 cm hingga mencapai 3 meter. *Output* yang dihasilkan oleh sensor ini berupa pulsa digital, di mana durasi atau panjang pulsa tersebut bernilai linear dengan jarak fisik objek yang diukur. Modul ini sangat efisien dalam penggunaannya karena hanya mengeksploitasi dua pin input-output utama, yang masing-masing dialokasikan sebagai pin trigger dan pin echo. Fungsi dari masing-masing pin tersebut dijelaskan pada Tabel 2.4. Pada Tabel 2.4 merupakan spesifikasi dan deskripsi fungsi dari masing-masing pin pada sensor ultrasonik HC-SR04. Melalui konfigurasi empat pin tersebut, sensor dapat terhubung dengan mikrokontroler untuk melakukan proses pengiriman dan penerimaan sinyal gelombang ultrasonik secara sinkron, seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Definisi pin HC – SR04

Parameter	Spesifikasi
VCC	Input daya sebesar 5V.
GND	Sebagai pin yang menghubungkan jalur <i>ground</i> .
TRIG	Pin <i>input</i> yang menerima perintah untuk menembakkan pulsa gelombang ultrasonik.
ECHO	Pin <i>output</i> yang akan dihitung menjadi jarak objek.

Sumber : Datasheet HC – SR04

2.9.2 Perhitungan persentase HC – SR04

Untuk mengetahui tingkat keandalan dan tingkat presisi dari hasil sensor HC – SR04 tersebut, diperlukan sebuah perhitungan matematis. Parameter evaluasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang digunakan didasarkan pada perhitungan persentase kesalahan dan tingkat akurasi sistem dengan persamaan 2.3 dan persamaan 2.4 sebagai berikut (Saputra, dkk., 2022) :

$$\text{Error \%} = \left| \frac{\text{jarak sebenarnya} - \text{jarak yang terbaca}}{\text{jarak yang terbaca}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

Error % : hasil persentase yang dihasilkan

Jarak sebenarnya : hasil dari pengukuran jarak yang di hasilkan oleh HC – SR04

Jarak yang terbaca : hasil dari pengukuran menggunakan alat refrensi

Adapun persamaan untuk menentukan tingkat akurasi dari sensor HC – SR04 seperti berikut :

$$\text{Akurasi (\%)} = 100 \% - \text{nilai error \%} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Nilai error : hasil persentase kesalahan yang dihasilkan.

2.10 Sensor Rotary Encoder

Rotary encoder adalah sebuah perangkat elektromekanis yang berfungsi sebagai sensor untuk mengubah posisi sudut, poros, atau gerakan rotasi menjadi sinyal elektrik digital. Dalam suatu sistem instrumentasi, *rotary encoder* digunakan sebagai sensor umpan balik (*feedback*) untuk mendeteksi arah putaran, posisi, kecepatan, hingga linearitas dari suatu pergerakan mekanis. Berikut bentuk komponen dari rotary encoder yang digunnakan seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Rotary encoder

sumber : Khumaidi dkk., 2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.10.1 Prinsip kerja *rotary encoder*

Secara mekanis, komponen ini bekerja berdasarkan interupsi piringan berlubang (*disk*) yang terpasang pada poros putar terhadap sensor internal. Ketika pita ukur ditarik dan memutar roda penggerak, piringan tersebut akan memotong jalur pembacaan sensor sehingga menghasilkan deretan pulsa digital gelombang kotak (*square wave*) pada dua saluran utama, yaitu Kanal A dan Kanal B. Kedua saluran keluaran ini memiliki perbedaan fase sebesar 90 derajat listrik yang biasa dikenal sebagai sinyal *quadrature* (Suharso dkk., 2023). Pada Tabel 2.5 merupakan spesifikasi konfigurasi pin pada sensor *rotary encoder*. Melalui keempat pin tersebut, sensor dapat menerima pasokan daya sebesar 5V serta mengirimkan sinyal pulsa keluaran (pin A dan pin B) ke mikrokontroler untuk menghitung jumlah, kecepatan, dan arah putaran, seperti pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Definisi pin *Rotary encoder*

Jenis Pin	Deskripsi
VCC	Input daya sebesar 5V.
GND	Sebagai pin yang menghubungkan jalur <i>ground</i> .
A	Pin output yang berfungsi mengirimkan sinyal pulsa utama untuk menghitung jumlah putaran atau kecepatan.
B	Pin output yang berfungsi mengirimkan sinyal pulsa pendukung, digunakan bersama pin A untuk menentukan arah putaran kanan atau kiri

Sumber : Datasheet rotary encoder

2.10.2 Persentase perhitungan rotary encoder

Untuk mengetahui tingkat keandalan dan tingkat presisi dari hasil sensor rotary encoder tersebut, diperlukan sebuah perhitungan matematis. Parameter evaluasi yang digunakan didasarkan pada perhitungan persentase kesalahan dan tingkat akurasi sistem dengan persamaan 2.5 dan persamaan 2.6 sebagai berikut (Martono dkk., 2021) :

$$\text{error \%} = \left| \frac{\text{diameter yang dibaca} - \text{diameter referensi}}{\text{diameter referensi}} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Keterangan :

Error % : hasil persentase yang dihasilkan

Diameter yang terbaca : hasil dari pengukuran diameter menggunakan rotary encoder

Diameter referensi : hasil dari pengukuran diameter menggunakan alat ukur referensi

Adapun persamaan untuk menentukan tingkat akurasi dari sensor rotary encoder seperti berikut :

$$\text{Akurasi (\%)} = 100 \% - \text{nilai error\%} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

Nilai error : hasil persentase kesalahan yang dihasilkan

2.11 Push Button

Menurut Darnita dkk. (2021), push button secara spesifik dikategorikan sebagai sakelar taktil (*tactile switch*). Komponen ini memiliki karakteristik utama sebagai sakelar sementara, yang berarti perubahan posisi kontak internalnya bersifat non-permanen dan hanya akan bertahan selama tombol tersebut menerima tekanan dari luar. Dalam perancangan *push button* umumnya diimplementasikan untuk memenuhi tiga fungsi utama, yaitu sebagai tombol *input* untuk memicu perintah, sebagai menghentikan program, serta sebagai tombol reset untuk mengembalikan kondisi mikrokontroler ke keadaan awal. Seperti pada Gambar 2.9 yang merupakan Push button jenis taktil dengan 4 pin kaki yang berfungsi untuk meningkatkan stabilitas pemasangan pada PCB.



Gambar 2.9 Push button

sumber : Darnita dkk., 2021



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.12 LCD I2C 20x4

LCD 20x4 merupakan modul antarmuka visual yang memanfaatkan teknologi kristal cair sebagai komponen utama untuk menghasilkan tampilan pada layar. LCD ini sudah sangat umum diimplementasikan pada perangkat digital seperti kalkulator, layar komputer, hingga televisi. Secara teknis, layar monitor ini bekerja dengan cara mengapit material kristal cair di antara dua lembar bahan terpolarisasi. Ketika arus listrik dialirkan melewati cairan tersebut, molekul kristal akan menyelaraskan posisinya sehingga dapat mengatur intensitas cahaya yang melintas.

Perubahan orientasi kristal cair inilah yang dimanfaatkan untuk membentuk visualisasi berupa karakter angka maupun huruf pada permukaan layar. *Liquid Crystal Display* (LCD) 20x4 adalah modul layar digital yang memakai teknologi kristal cair plus lampu latar (*backlight*) buat nampilin info berupa teks, angka, atau simbol. Sesuai namanya, LCD tipe 20x4 ini punya area tampilan yang cukup lega, yaitu terdiri dari 4 baris dan tiap barisnya bisa memuat sampai 20 karakter sekaligus. Kalau dibongkar lebih detail, setiap satu kotak karakter di layar itu sebenarnya dibentuk oleh susunan piksel kecil berukuran (*dot matrix*). Menurut Sutedjo dkk. (2024), ukuran layar yang luas pada tipe 20x4 ini menguntungkan banget buat perancangan alat, karena kita bisa menyusun data hasil sensor dengan rapi dan jelas tanpa perlu menyingkat-nyingkat tulisan yang malah bisa bikin pengguna bingung. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.6 dan Gambar 2.10.

Tabel 2.6 Definisi Pin LCD I2C

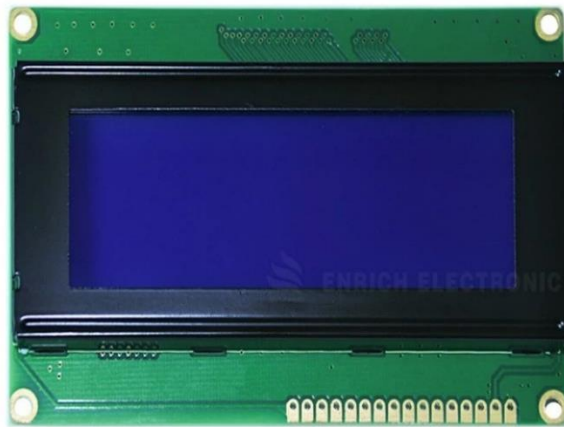
Jenis Pin	Deskripsi
VCC	Input daya sebesar 5V.
GND	Sebagai pin yang menghubungkan jalur <i>ground</i> .
SDA	Jalur data yang akan mengirim angka, teks, atau karakter.
SCL	Jalur clock yang akan mengatur tempo kiriman data.

Sumber : Datasheet LCD I2C 20X4, 2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2.10 LCD I2C 20 x 4

sumber : Sam dkk., 2024

Gambar 2.10 menunjukkan komponen fisik dan fungsi dari masing-masing pin koneksi pada modul LCD I2C. Pin VCC dan GND bertindak sebagai jalur penyuplai tegangan listrik agar modul display dapat menyala dan beroperasi. Sementara itu, pin SDA sebagai jalur utama untuk mengirimkan data teks atau karakter yang akan ditampilkan ke layar, serta pin SCL berfungsi mengatur ritme pulsa sinkronisasi transfer data dari ESP32 menuju LCD.

2.13 Catu Daya

Catu daya (*power supply*) merupakan suatu sistem atau rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai penyedia sekaligus penyalur sumber daya listrik menuju ke seluruh komponen di dalam perangkat. Fungsi utama dari catu daya adalah mengonversi satu bentuk energi listrik seperti tegangan AC dari jala-jala listrik PLN atau tegangan DC dari baterai/adaptor utama menjadi level tegangan DC searah dengan spesifikasi tertentu yang sesuai dengan karakteristik beban kerja masing-masing komponen digital.

Menurut Setiawan dan Nugroho (2021), kestabilan regulasi tegangan pada sistem catu daya sangat menentukan keandalan kerja perangkat berbasis *embedded system* dan komunikasi nirkabel. Pada mikrokontroler, ESP32 membutuhkan tegangan kerja di level 3,3 Volt, sementara beberapa sensor pendukung lainnya memerlukan tegangan sebesar 5 Volt. Jika catu daya mengalami fluktuasi atau penurunan tegangan seketika modul Wi-Fi sedang melakukan transmisi data ke



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

database, hal tersebut dapat memicu kegagalan fungsi berupa pemutusan koneksi jaringan nirkabel secara sepihak atau kegagalan sistem.

2.14 Received Signal Strength Indicator

Received Signal Strength Indicator (RSSI) adalah parameter yang menunjukkan tingkat kekuatan daya atau intensitas energi gelombang radio yang berhasil diterima oleh komponen antena penerima (*receiver*) pada suatu perangkat komunikasi nirkabel. Nilai parameter RSSI direpresentasikan dalam satuan desibel-miliwatt (dBm) dengan menggunakan format skala numerik negatif. Dalam interpretasi data telekomunikasi nirkabel, semakin nilai minus tersebut mendekati angka 0 dBm, maka kuantitas daya sinyal yang ditangkap oleh perangkat dinilai semakin kuat dan stabil. Sebaliknya, semakin besar angka negatifnya, maka sinyal dinilai semakin lemah. Secara teknis, kualitas kekuatan sinyal berdasarkan nilai standar RSSI pada jaringan nirkabel dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori berikut:

1. Sangat Baik : Rentang nilai antara -30 dBm hingga -50 dBm. Pada kondisi ini, koneksi sangat stabil dan transfer data berjalan maksimal tanpa hambatan.
2. Baik : Rentang nilai antara -60 dBm hingga -67 dBm. Kondisi ini sudah sangat cukup dan aman untuk kebutuhan pengiriman data secara kontinu.
3. Cukup : Rentang nilai antara -70 dBm hingga -75 dBm. Sinyal mulai mengalami penurunan kualitas dan rentan terhadap gangguan luar.
4. Buruk : Nilai di bawah -80 dBm hingga -90 dBm. Pada tahap ini, perangkat akan sering mengalami pemutusan koneksi (*disconnect*) karena daya sinyal terlalu lemah untuk diproses.

Di dalam lingkungan nyata, nilai RSSI yang diterima oleh perangkat bersifat berubah-ubah. Hal ini terjadi karena gelombang radio mengalami redaman akibat jarak antara pemancar dan penerima, adanya penghalang fisik seperti dinding bangunan (*attenuation*), serta gangguan dari gelombang elektronik lain di sekitar area pengujian. Oleh karena itu, RSSI menjadi metrik penting untuk menganalisis keandalan posisi peletakan perangkat komunikasi dalam mengirimkan data.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.15 Quality of Service

Menurut Ardiansyah dkk (2025) Quality of service merupakan suatu pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui seberapa baik dari suatu jaringan. QoS juga merupakan salah satu usaha untuk mengidentifikasi suatu sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan kelompok kinerja yang telah di spesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis. Parameter QoS yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Throughput

Sesuai dengan standar TIPHON (2007) throughput merupakan kecepatan asli dari data yang berhasil terkirim lewat jaringan dalam waktu tertentu. Satuan yang dipakai biasanya bit per detik (bps atau kbps). Nilai throughput ini sangat bergantung sama bandwidth. Jika data yang dikirim besar namun jalannya sempit, maka proses akan lambat. Persamaan untuk menghitung throughput sebagai persamaan 2.7 :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah bytes}}{\text{Time spain}} \times 8 \dots \dots \dots (2.7)$$

Untuk hasil persamaan throughput dapat dibandingkan dengan standar TIPHON (2007), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.7 :

Tabel 2.7 Standard Throughput TIPHON

Throughput	Kategori
0 – 388 kbps	Buruk
338 – 700 kbps	Cukup baik
700 – 1200 kbps	Baik
1200 – 2.1 Mbps	Sangat baik

Sumber : TIPHON., 2007

2. Packet loss

Sesuai dengan standar TIPHON (2007) packet loss merupakan persentase paket data yang hilang, rusak, atau gagal sampai ke tujuan pas lagi dikirim. Salah satu yang menjadi penyebab hilangnya paket pada penerima adalah kelebihan lalu lintas (*traffic overload*) dalam jaringan. Persamaan untuk menghitung packet



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

loss sebagai persamaan 2.8:

$$Packet\ loss = \frac{paket\ dikirim - paket\ diterima}{paket\ dikirim} \times 100\% \dots \dots \dots (2.8)$$

Untuk hasil persamaan *packet loss* dapat dibandingkan dengan standar TIPHON (2007), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.8:

Tabel 2.8 Standard Packet loss TIPHON

Packet loss	Kategori
Baik	0% - 1%
Cukup	1% - 5%
Kurang	5% - 10%
Buruk	>10%

Sumber : TIPHON., 2007

3. Delay

Sesuai dengan standar TIPHON (2007) delay merupakan waktu penundaan pada saat data melakukan perjalanan dari pengirim ke penerima. Penundaan ini terjadi karena beberapa faktor, termasuk di antaranya adalah jumlah komponen yang harus diakses. Ukuran penundaan dihitung dengan membagi total waktu pengiriman paket dengan total paket yang dikirim. Persamaan untuk menghitung delay sebagai persamaan 2.9 dan persamaan 2.10 :

$$Delay = Timer\ 2 - Timer\ 1 \dots \dots \dots (2.9)$$

$$Rata - rata\ delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ paket\ yang\ diterima} \dots \dots \dots (2.10)$$

Untuk hasil persamaan *delay* dapat dibandingkan dengan standar TIPHON (2007), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.9



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2.9 Standard Delay TIPHON

Delay	Kategori
Sangat bagus	<150 ms
Bagus	150 ms – 300 ms
Jelek	300 ms – 450 ms
Sangat jelek	>450 ms

Sumber : TIPHON., 2007

4. Jitter

Sesuai dengan standar TIPHON (2007) *jitter* merupakan kondisi di mana waktu kedatangan paket data tidak teratur atau berubah-ubah di sisi penerima. Jitter penting untuk melihat jaringan itu stabil atau tidak. Seperti pada persamaan 2.11.

$$Jitter = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total paket yang diterima} - 1} \dots\dots\dots(2.11)$$

Untuk hasil persamaan *jitter* dapat dibandingkan dengan standar TIPHON (2007), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.10

Tabel 2.10 Standar Jitter TIPHON

Jitter	Kategori
Baik	0 – 20 ms
Cukup	20 ms – 50 ms
Buruk	>50 ms

Sumber : TIPHON., 2007

2.16 Firebase

Firebase merupakan salah satu layanan google yang memberikan kemudahan dalam membantu developer dengan fitur layanan produk *realtime database* dan *backend* sebagai layanan. Firebase memungkinkan pengembangan membuat API untuk di sinkronisasikan untuk *client* yang berbeda dan disimpan pada *cloud*-nya Firebase. Pada bagian Firebase terdapat beberapa fungsi seperti berikut :

- FirebaseConfig

Objek konfigurasi yang digunakan untuk menyimpan pengaturan utama alamat database. Fungsi ini bertugas untuk menampung data penting seperti URL



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

server database (DATABASE_URL) dan kunci API khusus (API_KEY) agar mikrokontroler tahu ke mana data harus dikirim.

- FirebaseAuth

Objek yang digunakan untuk menangani sistem keamanan dan hak akses database. Fungsi ini bertugas untuk menampung token rahasia (*database secret*) atau akun autentikasi, sehingga hanya alat yang terverifikasi saja yang bisa mengakses data di Firebase tersebut.

2.16 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak *open-source* berbasis grafis (GUI) yang digunakan untuk menulis, menyusun (*compile*), dan mengunggah (*upload*) kode program ke dalam papan mikrokontroler. Perangkat lunak ini menggunakan bahasa pemrograman C/C++ yang telah disederhanakan dengan struktur pustaka (*library*) yang luas, sehingga memudahkan dalam proses pengembangan sistem kontrol elektronika.

Arduino IDE memiliki beberapa toolbar yang diantara nya tombol ceklis dan panah kearah kanan yang berada di pojok kiri sebagai verifikasi dan *upload* program. Selain itu juga dapat membuat, membuka, dan menyimpan skech serta membuka serial monitor untuk melihat hasil dari program. Setiap *sketch* atau program Arduino disusun dengan struktur dasar seperti berikut :

- #include
Direktif yang berfungsi untuk memasukkan pustaka (*library*) eksternal ke dalam program. Pustaka ini memuat fungsi khusus agar mikrokontroler dapat mengenali dan mengendalikan komponen perangkat keras secara langsung.
- #define
Instruksi yang digunakan untuk mendefinisikan konstanta atau nilai tetap. Biasanya dipakai untuk menetapkan label nama pada nomor pin mikrokontroler agar kode lebih mudah dibaca dan menghemat memori.
- void setup()
Fungsi bawaan yang hanya dijalankan satu kali saat mikrokontroler pertama kali menyala atau di-reset. Fungsi ini digunakan untuk pengaturan awal, seperti menentukan mode pin (*input/output*) dan memulai komunikasi serial.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- void loop()

Fungsi utama yang dijalankan secara terus-menerus dan berulang selama mikrokontroler aktif. Di dalam fungsi inilah seluruh logika program diletakkan, mulai dari membaca data sensor hingga mengirimkan data.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III

PERENCANAAN DAN REALISASI

3.1 Perancangan Alat

Pada tugas akhir ini dibuat “Rancang Bangun Alat Antropometri Untuk Pertumbuhan Bayi” yang pada bagian mikrokontroler menjelaskan mengenai perancangan dan pembuatan sistem yang dapat mengukur berat badan, tinggi badan dan lingkaran kepala bayi pada ESP32 sebagai pusat pemrosesan data dari perangkat *input* yang akan dilanjut oleh perangkat *output*, yaitu dengan menggunakan modem WiFi sebagai media transmisi untuk pengiriman kepada penerima yang berupa hasil dari pengukuran tinggi badan, berat badan dan lingkaran kepala pada bayi.

3.1.1 Deskripsi Alat

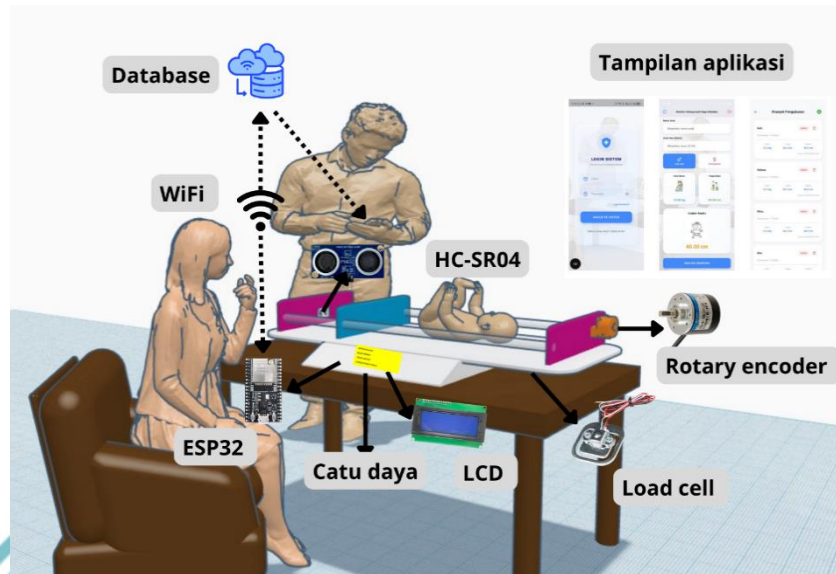
Rancang Bangun Alat Antropometri merupakan sistem yang dapat mengukur berat badan, tinggi badan, dan lingkaran kepala bayi secara bersamaan. Sistem ini dirancang untuk mengolah data hasil pengukuran secara otomatis sehingga dapat memberikan indikasi awal adanya abnormalitas pertumbuhan bayi secara cepat dan akurat. Pada hasil pengukuran akan ditampilkan di LCD yang akan dikirim ke Firebase dan Aplikasi Android. Alat Antropometri ini terdiri dari ESP32, Sensor Load Cell, Modul HX711, Sensor HC-SR04, Rotary Encoder, Push Button, LCD 20x4 I2C, Modem WiFi dan Catu daya.

ESP32 berfungsi sebagai pemroses data dari perangkat *input* ke perangkat *output*, data yang diproses merupakan hasil dari pengukuran tinggi badan, berat badan dan lingkaran kepala bayi. *Input* dari ESP32 yaitu Sensor Load Cell untuk mengukur berat badan, Modul HX711 sebagai analog to digital converter dan penguat tegangan dari sensor Load Cell, Sensor HC – SR04 untuk mengukur tinggi badan dan Sensor Rotary Encoder untuk mengukur lingkaran kepala pada bayi. Push Button sebagai indikator untuk memulai proses dan mengulang pengukuran bayi. Sedangkan, LCD I2C akan menampilkan hasil pengukuran berat badan, tinggi badan dan lingkaran kepala bayi. Ilustrasi alat antropometri dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3.1 Ilustrasi alat antropometri

Pada Gambar 3.1 merupakan ilustrasi alat antropometri yang akan dirancang. Sensor Load Cell dan Modul HX711 yang akan diletakkan pada bagian bawah papan bayi tiduran, Sensor HC – SR04 akan terletak di ujung papan di bawah kaki dan Sensor Rotary encoder akan berada di bagian samping alat timbangan agar lebih fleksibel pada saat penarikan tali. Pada sisi komunikasi data, alat antropometri akan menggunakan modem WiFi sebagai alur transmisi, dimana ESP32 akan mengirim hasil pengukuran secara *real – time* menuju Firebase.

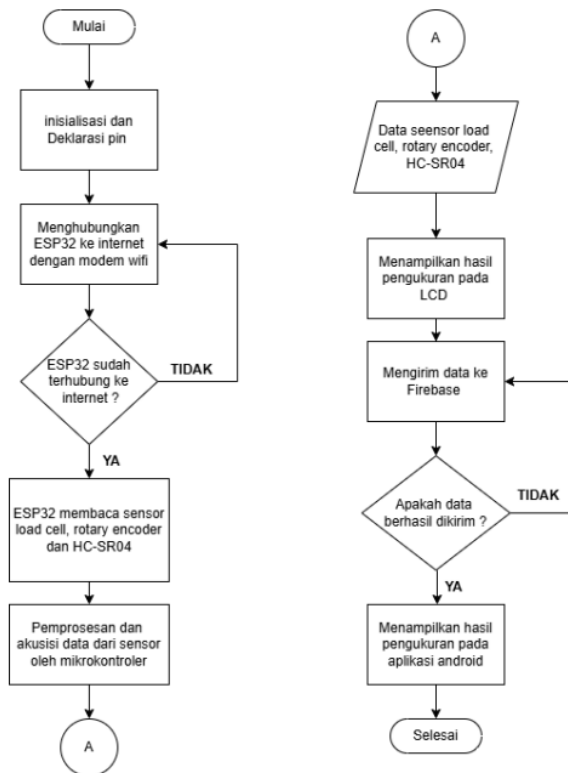
3.1.2 Cara Sistem Kerja Alat

Dalam alat yang diimplementasikan dalam Tugas Akhir ini dirancang khusus untuk mengoptimalkan pelayanan kesehatan anak di Posyandu. Sistem ini mengintegrasikan tiga fungsi pengukuran antropometri sekaligus, meliputi pengukuran berat badan, tinggi badan dan lingkar kepala pada bayi dalam satu kesatuan perangkat. Konfigurasi fisik dan tata letak dari alat yang dibuat ini ditunjukkan seperti pada Gambar 3.2.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3.2 Digram alir cara kerja alat antropometri

Pada Gambar 3.2 merupakan cara kerja yang dimulai dengan inisialisasi pada saat alat dinyalakan, yang di mana ESP32 akan mencoba menghubungkan ke jaringan internet dengan menggunakan modem WiFi. Jika ESP32 telah tersambung dengan internet maka proses selanjutnya yaitu memulai pembacaan nilai dari sensor. Apabila ESP32 belum terkoneksi dengan jaringan internet, maka ESP32 akan terus mencoba untuk terhubung ke internet. Kemudian pada tahap pembacaan sensor, ESP32 akan memulai membaca data dari sensor Load cell, Rotary encoder dan HC – SR04 secara bersama. Data yang dihasilkan akan ditampilkan pada LCD dan akan dikirim ke Firebase untuk dibaca oleh aplikasi secara *real – time*.

3.1.3 Spesifikasi Alat

Alat yang dirancang untuk mengukur berat badan, tinggi badan dan ukuran lingkaran kepala bayi di Posyandu ini menggunakan beberapa komponen utama dengan spesifikasi alat pada sistem yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 3.1



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat

Perangkat	Spesifikasi
ESP32	Tegangan : 3.3V – 5V DC ; Jumlah GPIO : 30 pin ; WiFi : IEEE 802.11 b/g/n
Sensor Load Cell	Tegangan 5V ; Berat maksimum 200 Kg
Sensor HC-SR04	Tegangan 5V ; Arus 15 mA ; <i>Raging Distance</i> 2 – 400 cm
Rotary Encoder	Tegangan 5 – 24V ; Arus ; Pulse per Rotation 1000 pulse
LCD I2C 20x4	Tegangan 5V ; Arus 1 mA ; Tampilan 20 karakter
Push Button	Jenis <i>Tactile Switch</i> 4-Pin; Tegangan 12 VDC ; Arus Maksimal 50mA
Modem WiFi	Jaringan 4G ; 2,4 GHz ; Modem Speed 15 Mbps
Catu daya	<i>Input AC</i> 220V ; <i>Output DC</i> 5V ; Arus 2A

Pada Tabel 3.1 merupakan spesifikasi komponen yang akan digunakan dalam merancang alat antropometri. Pemilihan komponen-komponen tersebut didasarkan pada kebutuhan fungsional alat antropometri yang dirancang. Seluruh komponen perangkat keras ini akan saling terintegrasi, di mana mikrokontroler berfungsi sebagai otak pemroses data yang menerima input dari sensor dan mengirimkannya menuju Firebase Realtime Database.

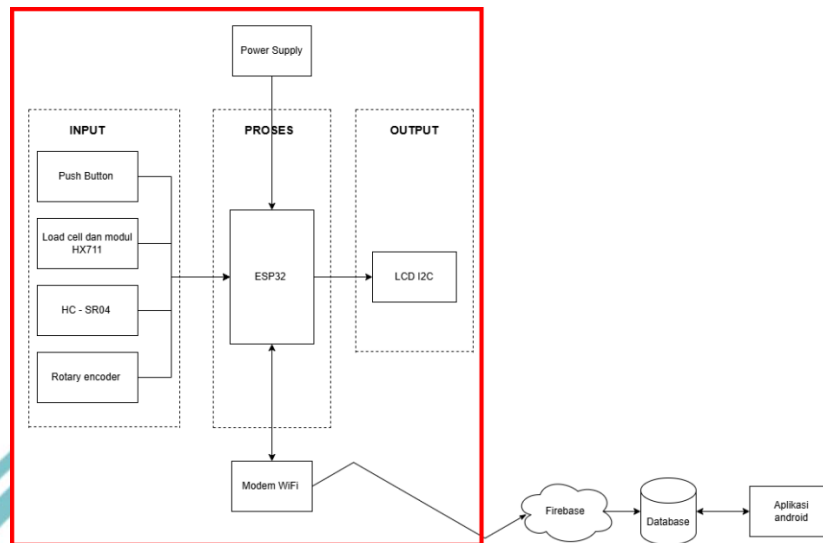
3.1.4 Diagram Blok

Diagram blok alat antropometri untuk pertumbuhan bayi terdiri dari beberapa komponen yang digunakan. Pada bagian hardware terdapat *Power Supply*, ESP32, Sensor Load Cell, Sensor HC-SR04, Rotary encoder, LCD I2C 20x4, Push button, Modem WiFi dan Firebase. Diagram blok dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3.3 Diagram blok sistem alat antropometri

Pada Gambar 3.3 diagram blok tersebut menjelaskan hubungan yang akan dimulai dari bagian hardware. Proses dimulai dengan menekan *push button* terlebih dahulu untuk memulai pengukuran. Pengukuran pertama dimulai dari lingkaran kepala terlebih dahulu dengan memposisikan bayi duduk. Setelah hasil pengukuran lingkaran kepala selesai, letakkan bayi diatas timbangan dan menekan push button yang berfungsi sebagai pengukuran berat dan tinggi badan. Hasil pengukuran dari ketiga sensor tersebut akan dikirim menuju ESP32 sebagai pemrosesan local. Didalam ESP32, data akan dikalkulasikan dan hasilnya akan tampil pada layer LCD serta diteruskan dengan bantuan modem WiFi untuk dikirim ke bagian Firebase dan Aplikasi android.

3.1.5 Perancangan skematik ESP32

Pada rancang bangun sistem ini, ESP32 DevKit V1 bertindak sebagai unit pemroses yang mengendalikan seluruh jalannya sistem IoT. ESP32 berfungsi untuk menerima data input dari komponen input, memproses data tersebut, serta mengirimkan instruksi ke komponen output maupun melakukan transmisi data ke cloud melalui koneksi internet yang disediakan oleh Modem Orbit Star N1. Perancangan koneksi pin pada ESP32 DevKit V1 dikonfigurasi sedemikian rupa untuk mengoptimalkan fungsionalitas setiap *General Purpose Input Output*



Hak Cipta :

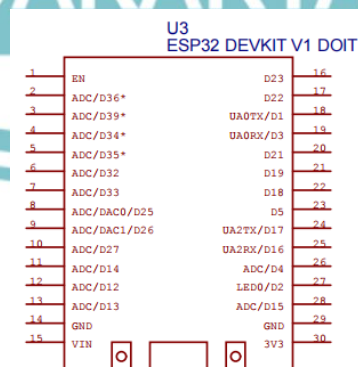
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(GPIO). Adapun detail pemetaan pin dari ESP32 ke komponen-komponen pendukung dalam sistem ini ditunjukkan pada Gambar 3.4 dan Tabel 3.2

Tabel 3.2 Koneksi pin ESP32 dengan seluruh sensor yang digunakan

Pin ESP32	Tipe (<i>Input/Output</i>)	Terhubung ke komponen
3,3 V dan VIN	<i>Power</i>	Seluruh komponen
GND	<i>Ground</i>	Seluruh kompone
D4	<i>Input</i>	DT Modul HX711
D5	<i>Input</i>	SCK Modul HX711
D18	<i>Input</i>	EN A Rotary encoder
D19	<i>Input</i>	EN B Rotary encoder
D13	<i>Input</i>	TRIG HC – SR04
D14	<i>Input</i>	ECHO HC – SR04
D27	<i>Input</i>	Push Button A
D23	<i>Input</i>	Push Button B
D21	<i>Output</i>	SDA LCD
D22	<i>Output</i>	SCL LCD

Tabel 3.2 menunjukkan hubungan pin pada ESP32 yang menghubungkan mikrokontroler ke seluruh sensor yang digunakan dalam alat antropometri Jalur pin tersebut dikategorikan berdasarkan fungsinya, yaitu pin catu daya (VCC dan GND), pin *input* untuk menerima data dari sensor, serta pin *output* untuk mengirimkan sinyal kendali.



Gambar 3.4 Skematik rangkaian ESP32

Pada Gambar 3.4 memperlihatkan tata letak dari modul ESP32 DevKit V1



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

varian 30 pin, yang memudahkan proses *wiring* selama tahap penghubungan ke perangkat keras.

3.1.6 Perancangan skematik Modul HX711 dengan Load cell

Perancangan sistem sensor berat pada alat ini memanfaatkan komponen load cell. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip Jembatan *Wheatstone*, perubahan resistansi tersebut menghasilkan keluaran sinyal tegangan analog yang sangat kecil dalam skala mikrovolt. Sinyal ini kemudian diteruskan ke HX711 melalui empat jalur kabel. Seperti pada Tabel 3.3 dan Gambar 3.5.

Tabel 3.3 Koneksi pin Load cell dengan Modul HX711

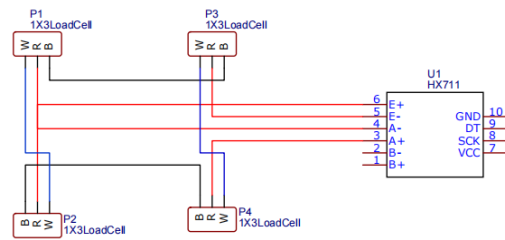
Nama Komponen	Warna kabel	Dihubungkan ke
Load cell 1	Merah	-A modul HX711
	Hitam	Load cell 3
	Putih	Load cell 2
Load cell 2	Merah	+E modul HX711
	Hitam	Load cell 4
	Putih	Load cell 1
Load cell 3	Merah	-E modul HX711
	Hitam	Load cell 1
	Putih	Load cell 4
Load cell 4	Merah	+A modul HX711
	Hitam	Load cell 2
	Putih	Load cell 3

Pada Gambar 3.5 dan Tabel 3.3 dapat dilihat bahwa keempat sensor Load Cell digabung jadi satu rangkaian supaya bisa menimbang berat secara merata di empat sisi. Pada kabel warna merah dari setiap load cell dihubungkan ke pin +E, -E, +A, dan -A yang ada di modul HX711. Sedangkan untuk kabel warna hitam dan putih, akan saling disambungkan satu sama lain antar-sensor sesuai pasangannya. Sehingga semua tekanan atau beban yang diterima oleh keempat sensor akan disatukan menjadi nilai data yang akan dikirim ke modul HX711.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3.5 Skematik Load cell dengan Modul HX711

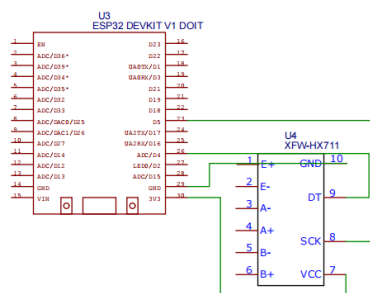
3.1.7 Perancangan skematik ESP32 dengan Modul HX711

Pada modul ini berfungsi sebagai penguat dan *converter* analog ke digital yang dirancang khusus untuk sensor load cell. Modul HX711 memiliki 4 pin yaitu GND, DT, SCK, dan VCC yang masing masing akan terhubung dengan kaki ESP32. Pin modul HX711 akan terhubung seperti pada Tabel 3.4 dan Gambar 3.6

Tabel 3.4 Koneksi pin ESP32 dengan Modul HX71

Nama Komponen	Pin Komponen	Pin ESP 32
Modul HX711	GND	GND
	DT	4
	SCK	5
	VCC	VCC

Pada Tabel 3.4 merupakan hubungan antara ESP32 dengan Modul HX711. Pada Modul HX711 yang terdiri dari VCC, GND, SCK, dan DT akan terhubung pada pin kaki ESP32. Pada pin GND dan VCC berfungsi sebagai jalur daya, sedangkan pin DT dihubungkan ke pin nomor 4 dan pin SCK ke pin nomor 5 pada ESP32 sebagai jalur komunikasi data yang ditunjukkan oleh Gambar 3.6



Gambar 3.6 Skematik rangkaian ESP32 dengan Modul HX711



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

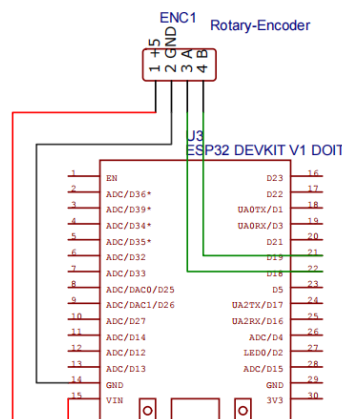
3.1.8 Perancangan skematik ESP32 dengan Rotary encoder

Perancangan rotary encoder 4 kaki akan disambungkan langsung ke ESP32 dengan pin VCC dihubungkan ke tegangan 5V dan pin GND ke *Ground*. Sementara itu, pin CLK dan DT dihubungkan ke pin data ESP32 untuk mengirimkan sinyal putaran. Dari kedua sinyal inilah ESP32 dapat membaca seberapa jauh dan ke arah mana encoder tersebut diputar. Seperti pada Tabel 3.5 dan Gambar 3.7.

Tabel 3.5 Koneksi pin ESP32 dengan Rotary encoder

Nama Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32
Rotary Encoder	VCC	VCC
	GND	GND
	Encoder A	18
	Encoder B	19

Pada Tabel 3.5 merupakan hubungan untuk pin VCC dan GND langsung disambungkan ke jalur daya masing-masing pada ESP32. Sedangkan untuk pin data, pin Encoder A ke pin 18 dan pin Encoder B pin 19 pada ESP32. Sambungan inilah yang dipakai ESP32 untuk mendeteksi setiap putaran dari rotary encoder seperti skematik rangkaian pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Skematik rangkaian ESP32 dengan Rotary encoder

3.1.9 Perancangan skematik ESP32 dengan HC – SR04

Perancangan pad sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 pin kaki, yaitu VCC, GND, TRIG, dan ECHO yang akan dihubungkan ke ESP32. Pin TRIG berfungsi



Hak Cipta :

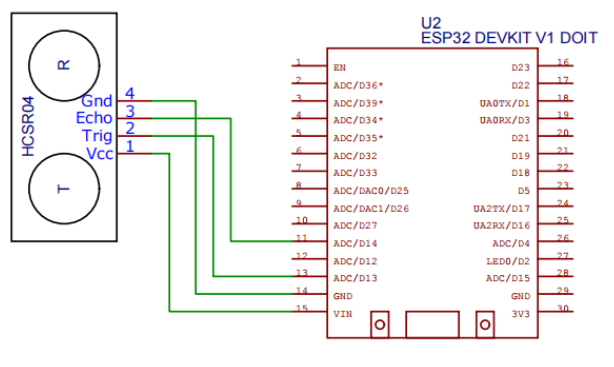
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sebagai input pemicu pulsa ultrasonik, sedangkan pin ECHO berfungsi sebagai output hasil pantulan objek. Untuk catu daya, pin VCC dihubungkan ke 5V dan GND ke *ground*. Seperti pada Tabel 3.6 dan Gambar 3.8.

Tabel 3.6 Koneksi pin ESP32 dengan HC - SR04

Nama Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32
HC – SR04	VCC	VCC
	TRIG	13
	ECHO	14
	GND	GND

Pada Tabel 3.6 pada pin VCC dihubungkan ke pin VIN (5V) dan pin GND dambungkan ke *ground* untuk dayanya. Sementara untuk jalur datanya, pin TRIG dihubungkan ke pin 13 dan pin ECHO ke pin 14 pada ESP32. Melalui kedua pin data ini, sensor HC-SR04 bisa memancarkan dan menerima gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak objek, seperti skematik rangkaian pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 Skematik rangkaian ESP32 dengan HC - SR04

3.1.10 Perancangan skematik ESP32 dengan LCD I2C

Pada LCD 16x2 menggunakan antarmuka I2C yang memiliki 4 pin utama, yaitu VCC, GND, SDA, dan SCL. Pin SDA berfungsi sebagai jalur pengiriman data karakter, sedangkan SCL berfungsi sebagai pengatur waktu sinkronisasi data antar-komponen. Untuk catu daya pin VCC dihubungkan ke tegangan 5V agar tampilan *backlight* LCD kontras dan jelas, serta GND akan dihubungkan ke *ground*. Seperti pada Tabel 3.7 dan Gambar 3.9.



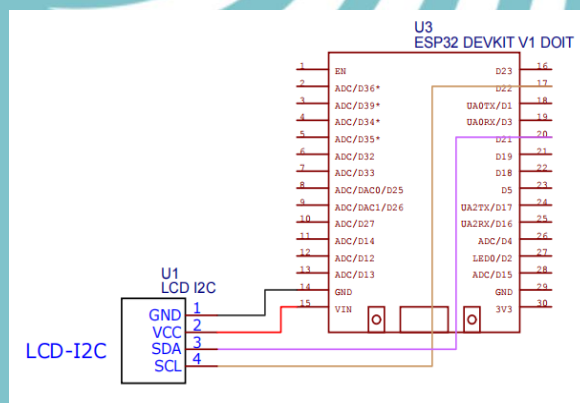
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 3.7 Koneksi pin ESP32 dengan LCD I2C

Nama Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32
LCD I2C 20x4	GND	GND
	VCC	VCC
	SDA	21
	SCL	22

Pada Tabel 3.7 merupakan hubungan antar pin kaki LCD I2C dengan pin kaki ESP32. Untuk pin daya, GND dan VCC langsung dihubungkan ke pin GND dan VCC pada ESP32. Sedangkan untuk jalur datanya, pin SDA ke pin 21 dan pin SCL ke pin 22 pada ESP32. Sehingga ESP32 bisa mengirimkan data karakter berupa angka atau teks untuk langsung ditampilkan pada layar LCD. Seperti skematik rangkaian pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 Skematik rangkaian ESP32 dengan LCD I2C.

3.1.11 Perancangan skematik ESP32 dengan Push button

Pada perancangan push button berfungsi sebagai jalur input digital untuk memicu perintah dalam sistem. Pada push button kuning pin kaki internal akan terhubung ke pin 27 pada ESP32, sedangkan pada pin kaki push button putih akan terhubung ke pin kaki 23 pada ESP32 yang digunakan sebagai pengiriman sinyal perintah, sementara dua pin lainnya dihubungkan langsung ke GND. Seperti pada Tabel 3.8 dan Gambar 3.10.

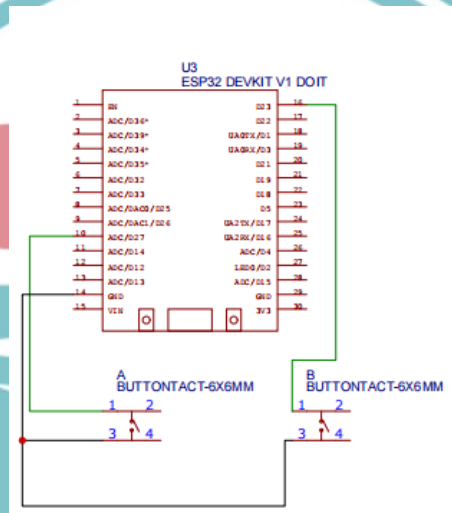


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 3.8 Koneksi pin ESP32 dengan Push button

Nama Komponen	Pin Komponen	Pin ESP32
Push Button Kuning	GND	GND
	A	27
Push Button Putih	GND	GND
	B	23



Gambar 3.10 Skematik rangkaian ESP32 dengan Push button

Pada Tabel 3.8 dan Gambar 3.10 merupakan hubungan antar push button dengan pin ESP32. Dimana pada Push button A akan berfungsi untuk memilih pengukuran mana yang akan dilakukan, sedangkan pada push button B digunakan untuk memulai dan mereset seperti yang ditunjukkan pada skematik rangkaian

3.1.12 Perancangan Power Supply

Perancangan sistem catu daya (*power supply*) pada alat antropometri ini bertujuan untuk menyediakan sumber daya listrik yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan tegangan operasional dari masing-masing komponen elektronik yang digunakan. Sumber tegangan utama yang tersedia di lokasi penempatan alat adalah tegangan AC (*Alternating Current*) sebesar 220 Volt dari sumber listrik. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem pemroses daya yang mampu mengubah tegangan AC tersebut menjadi tegangan DC (*Direct Current*).

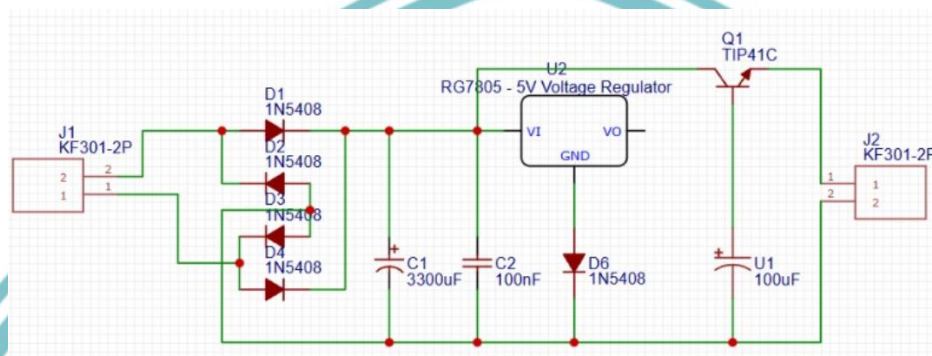
Pada rancangan alat ini, digunakan modul adaptor dengan spesifikasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

keluaran tegangan sebesar 5 Volt DC dan kapasitas arus sebesar 2 Ampere. Pemilihan spesifikasi ini didasarkan pada kebutuhan total daya komponen mikrokontroler dan sensor yang digunakan, di mana mayoritas komponen bekerja pada level tegangan 3,3 Volt hingga 5 Volt DC. Seperti pada Gambar 3.11 yang menunjukkan rangkaian skematik yang akan di realisasikan.



Gambar 3.11 Skematik rangkaian power supply

Pada Gambar 3.11 menunjukkan skematik jalur distribusi daya utama pada sistem. Tegangan AC 220V dari jala-jala PLN masuk ke modul *switching power supply* untuk diturunkan dan disearahkan menjadi tegangan DC 5V. Tegangan keluaran 5V DC ini kemudian didistribusikan secara paralel untuk menyuplai daya langsung ke ESP32, sensor HC – SR04, *rotary encoder*, dan LCD I2C 20x4. Sementara itu, sensor *load cell* mendapatkan suplai tegangan sebesar 3,3V yang bersumber dari pin *output* regulator internal pada ESP32.

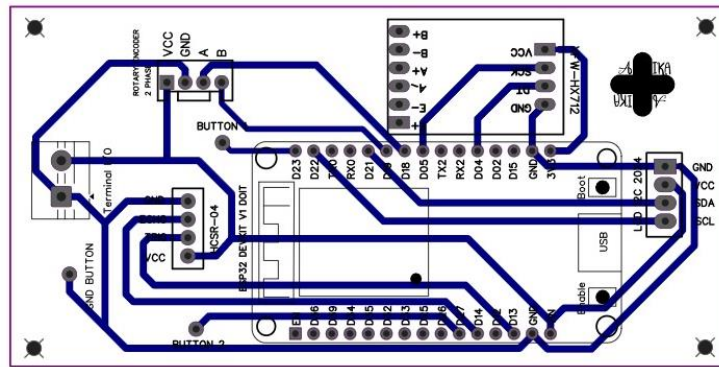
3.1.13 Perancangan *Printed Circuit Board* (PCB)

Perancangan *printed circuit board* dilakukan untuk menyatukan seluruh koneksi antar-komponen elektronik ke dalam satu kesatuan papan sirkuit yang rapi. Dengan adanya rancangan PCB ini, proses pemasangan komponen menjadi lebih efisien dan memudahkan proses modifikasi atau pembongkaran apabila terdapat jalur sirkuit yang perlu dioptimalkan kembali. Perancangan PCB ini juga mampu menjadikan alat antropometri agar terlihat rapih dari banyak nya kabel yang akan terhubung. Seperti yang pada Gambar 3.12.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

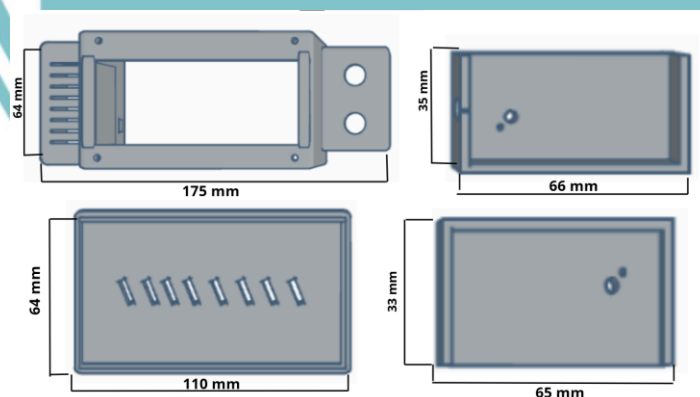


Gambar 3.12 Layout PCB alat antropometri

Pada Gambar 3.12 merupakan layout PCB yang digunakan oleh seluruh sensor dari alat antropometri agar jalur terlihat bagus dan rapih untuk proses pencetakan.

3.1.14 Perancangan maket alat antropometri

Perancangan maket pada sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai pelindung komponen, melainkan juga sebagai penunjang ergonomi alat. Struktur maket dirancang sedemikian rupa untuk melindungi rangkaian komponen yang berada di dalam terkontaminasi lingkungan luar seperti debu, air, serta meminimalisir dampak benturan fisik yang dapat mengganggu performa alat. Untuk memastikan seluruh komponen dapat terpasang dengan pas dan presisi, pengukuran dimensi komponen dilakukan secara akurat sebelum diimplementasikan ke dalam bentuk fisik. Pemodelan maket fisik alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Perancangan maket komponen alat antropometri

Pada Gambar 3.13 merupakan desain maket yang digunakan untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

melindungi komponen agar terhindar dari air, debu ataupun benturan. Sehingga alat dapat bertahan lama.

3.2 Realisasi Alat Antropometri

Realisasi alat adalah suatu proses dalam merancang alat yang sudah dilakukan menjadi wujud nyata. Pada sub bab ini akan dibahas mengenai perealisasi sistem mikrokontroler.

3.2.1 Realisasi Alat Antropometri Untuk Pertumbuhan Bayi

Realisasi perangkat keras (*hardware*) pada sistem alat antropometri untuk pemantauan pertumbuhan bayi ini dilakukan dengan mengintegrasikan dan menghubungkan seluruh komponen secara langsung ke mikrokontroler utama, yaitu ESP32. Proses pengintegrasian ini mencakup jalur catu daya serta jalur komunikasi data dari masing-masing sensor dan perangkat *output* agar sistem dapat bekerja secara optimal. Sebagai acuan dalam melakukan proses perakitan fisik, penyolderan, dan instalasi perkabelan antar komponen, skematik rangkaian untuk masing-masing blok komponen pada alat antropometri pertumbuhan bayi ini perlu diperhatikan agar alat berjalan dengan lancar.

3.2.2 Realisasi *Printed Circuit Board* (PCB)

Realisasi *Printed Circuit Board* (PCB) merupakan tahapan fabrikasi fisik dari rancangan skematik keseluruhan yang telah dibuat sebelumnya pada Gambar 3.14. Proses ini bertujuan untuk memindahkan jalur-jalur ke atas papan tembaga tunggal (PCB *single layer*) agar meminimalisir penggunaan kabel jumper yang rentan terhadap *interferensi*, *noise*, maupun risiko lepasnya sambungan. Hasil realisasi fisik dari papan cetak PCB tanpa komponen dan hasil pelarutan jalur tembaga ditunjukkan pada Gambar 3.14.

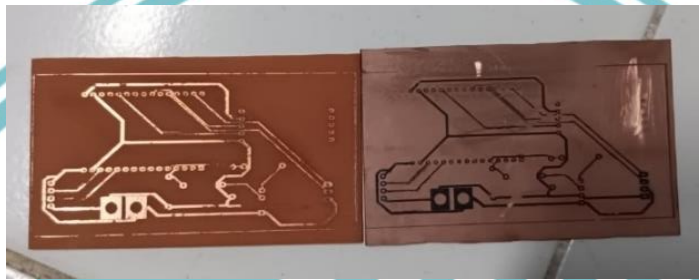
Pada Gambar 3.14 proses realisasi PCB ini dilakukan melalui beberapa langkah. Pertama yaitu melakukan pencetakan jalur (*printing & etching*), desain *layout* jalur PCB ditransfer ke papan tembaga menggunakan metode pelarutan kimia yaitu *ferit* untuk merontokkan tembaga yang tidak terpakai sehingga menyisakan jalur tembaga murni sebagai penghantar listrik. Kedua adalah



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengeboran, pada proses pembuatan lubang kaki komponen menggunakan mata bor PCB berukuran 0,8 mm hingga 1 mm yang disesuaikan dengan dimensi pin kaki ESP32 dan komponen lain nya yang digunakan. Langkah terakhir adalah pemasangan dan penyolderan komponen sesuai dengan tata letaknya dan disolder menggunakan timah berkualitas baik untuk memastikan konektivitas elektrik yang kokoh dan konduktif.



Gambar 3.14 Realisasi jalur PCB pada alat antropometri

3.2.3 Realisasi *Power supply*

Realisasi *power supply* dilakukan untuk mewujudkan rancangan sistem pencatu daya ke dalam bentuk fisik yang siap digunakan untuk menyuplai tegangan ke seluruh komponen alat antropometri. Proses realisasi ini meliputi beberapa tahapan utama, yaitu pencetakan jalur layout pada papan PCB polos, proses pelarutan (*etching*), pengeboran lubang kaki komponen, hingga tahap penyolderan komponen elektronik untuk koneksi antar-jalur terhubung dengan sempurna dan bebas dari *short circuit*.

3.2.4 Realisasi maket alat antropometri

Realisasi maket alat antropometri ini merupakan wujud nyata fabrikasi fisik dari pemodelan 3D yang telah direncanakan pada Gambar 3.15. Pembuatan wadah ini sangat krusial untuk mengintegrasikan komponen elektronik, layar *display*, tombol kontrol, dan sensor mekanis ke dalam satu kesatuan perangkat yang ergonomis, kokoh, serta portable. Wadah ini direalisasikan menggunakan teknologi *3D Printing* dengan material plastik PLA yang memiliki daya tahan baik terhadap benturan fisik, debu, dan percikan air ringan. Bentuk fisik hasil realisasi maket boks kontrol unit antropometri bayi saat sistem diaktifkan dapat dilihat pada Gambar



3.15

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3.15 Realisasi maket komponen alat antropometri

Pada Gambar 3.15 merupakan tata letak penempatan komponen pada maket telah diatur secara presisi ke dalam tiga area utama. Pada bagian tengah wadah, dipasang modul LCD I2C 20x4 yang berfungsi menampilkan data tinggi, berat, lingkar kepala, dan status sistem secara *real-time*. Sementara itu, bagian kanan wadah dilengkapi dengan dua buah push button berwarna kuning dan putih sebagai tombol kontrol akses *Start* dan *Reset* bagi operator Posyandu. Pada sisi kiri wadah, terdapat celah khusus sebagai sirkulasi udara untuk *Power Supply* yang digunakan.

3.2.5 Realisasi Algoritma Pemrograman

Algoritma pemrograman mikrokontroler ESP32 menggunakan aplikasi Arduino IDE berbasis bahasa pemrograman C dan C++. Algoritma pemrograman ini berfungsi agar ESP32 dan komponen – komponen lainnya dapat terintegrasi dan beroperasi sesuai yang diinginkan. Secara rinci alur kerja algoritma pemrograman pada ESP32 ditunjukkan pada Gambar 3.16.

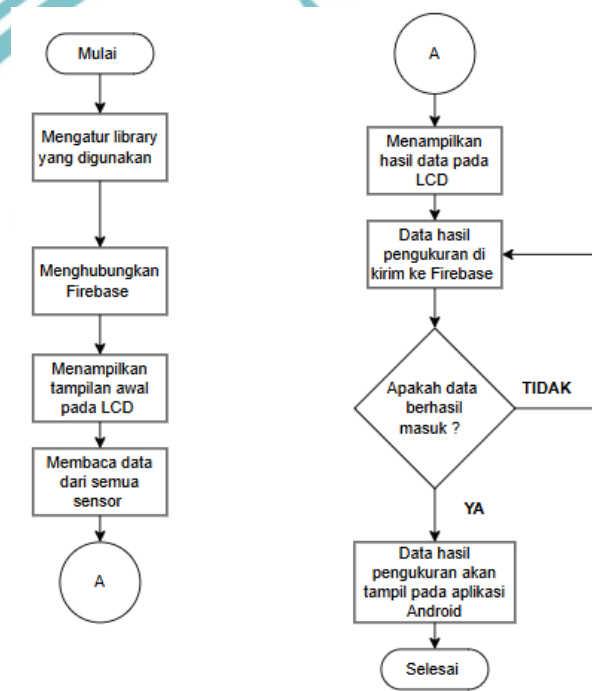
Berdasarkan Gambar 3.16 alur kerja sistem dimulai dengan tahap inisialisasi yang meliputi pengaturan *library* yang digunakan, deklarasi pin mikrokontroler, inisialisasi komunikasi serial, koneksi WiFi, LCD, dan Firebase. Setelah sistem menampilkan tampilan awal pada LCD, perangkat akan langsung membaca data dari semua sensor yang terhubung. Alur kemudian berlanjut ke konektor A, di mana



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

hasil pengukuran sensor tersebut ditampilkan pada layar LCD dan secara bersamaan dikirim ke database Firebase. Sistem lalu melakukan validasi kondisi untuk memastikan apakah data telah berhasil masuk ke Firebase; jika tidak berhasil (TIDAK), sistem akan melakukan perulangan untuk mengirim kembali data hasil pengukuran, sedangkan jika pengiriman berhasil (YA), maka seluruh proses pengukuran dan transmisi data dinyatakan selesai.



Gambar 3.16 Diagram alur pemrograman alat antropometri

1. Mengaktifasi *Library* pada Arduino IDE

Pada proses pertama sebelum melakukan pengkodean Arduino IDE yang diperlukan untuk memasukkan *library* yang menunjang perintah program pada tiap sensor berjalan. Program tersebut dapat dilihat dibawah ini.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <HX711_ADC.h>
#include <WiFi.h>
#include <FirebaseESP32.h>
```

Pada program di atas merupakan beberapa *library* yang digunakan pada



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sketch keseluruhan sistem yang akan dirancang. *Library* tersebut dimasukkan dengan tujuan agar perintah pada bagian void loop dapat berfungsi. Seperti penjelasan berikut :

- a. `Wire.h` berfungsi untuk mengatur komunikasi data antar ESP32 dengan sensor.
- b. `LiquidCrystal_I2C.h` berfungsi sebagai display output pada LCD I2C.
- c. `HX711_ADC.h` berfungsi sebagai membaca data digital dari modul HX711 untuk melakukan kalibrasi dan mengonversinya menjadi satuan berat.
- d. `WiFi.h` berfungsi sebagai manajemen koneksi WiFi ESP32.
- e. `FirebaseESP32.h` berfungsi sebagai integrasi *real time* database Firebase.

2. Mendeklarasi pin

Mendeklarasi nomor pin *General Purpose Input Output* (GPIO) dilakukan untuk mengalokasikan fungsionalitas kaki pada mikrokontroler ESP32 secara terstruktur. Deklarasi ini mempermudah jalur dari komponen yang digunakan untuk mencegah terjadinya tumpang tindih (*conflict*) pada pin kaki dari ESP32. Potongan kode program konfigurasi pin perifer ini ditunjukkan sebagai berikut:

```
// ===== WIFI & FIREBASE =====
#define WIFI_SSID "TugasakhirA"
#define WIFI_PASSWORD "12345678"
#define FIREBASE_HOST "hidrosefalus-32684-default-rt
rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH
"0SUJCFhNdBUYoJFW5NEWw15RcegzAGebNivzt707"

FirebaseData firebaseData;
FirebaseAuth auth;
FirebaseConfig config;

// ===== INISIALISASI DAN DEKLARASI PIN =====
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// ===== HARDWARE PINS =====
const int HX711_dout = 4;
const int HX711_sck = 5;
HX711_ADC LoadCell(HX711_dout, HX711_sck);

#define ENCODER_A 18
#define ENCODER_B 19
const int TRIG_PIN = 13;
const int ECHO_PIN = 14;
const int BTN_START = 23;
const int BTN_RESET = 27;
```

Baris kode di atas merupakan pendeklarasian variabel konstanta string statis menggunakan fungsi makro `#define`. Baris kode `WIFI_SSID` dan `WIFI_PASSWORD` diisi dengan nama jaringan internet serta kata sandi lokal. Sedangkan baris kode `FIREBASE_HOST` berisi alamat URL repositori server *Realtime Database* tujuan, dan `FIREBASE_AUTH` diisi dengan token rahasia (*secret key*) API Firebase sebagai izin akses keamanan penulisan data berat, tinggi, dan lingkaran kepala bayi. Serta pin kaki komponen yang perlu dilakukan nya inisialisasi seperti berikut :

- a. `const int HX711_dout = 4;` mengirim data berat yang sudah diubah dari analog menjadi digital dari ESP32
- b. `const int HX711_sck = 5;` mengatur ritme kecepatan data digital dari HX711
- c. `#define ENCODER_A 18;` jalur yang terhubung dengan pin 18 untuk mengirim sinyal pulsa untuk menghitung jumlah putaran
- d. `#define ENCODER_B 19;` jalur yang terhubung dengan pin 19 untuk mengirim sinyal pulsa untuk menentukan arah
- e. `const int TRIG_PIN = 13;` jalur yang terhubung dengan pin 14 untuk pemicu dari ESP32 untuk menembak gelombang suara ultrasonik
- f. `const int ECHO_PIN = 14;` jalur yang menerima dari trig dan mengirim sinyal balik ke ESP32
- g. `const int BTN_START = 23;` pin yang terhubung untuk memulai sistem
- h. `const int BTN_RESET = 27;` pin yang terhubung untuk mengulang pengukuran sistem

3. Membaca tampilan LCD

```
void tampilkanMenuAwal() {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0); lcd.print(" SISTEM ANTROPOMETRI ");
  lcd.setCursor(8,1); lcd.print("BAYI");
  lcd.setCursor(0,3); lcd.print(">> Tekan START <<");
}
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada kode diatas merupakan tampilan awal pada saat alat antropometri digunakan. Pada kode tersebut diawali dengan LCD yang menampilkan "SISTEM ANTROPOMETRI" hingga "<<Tekan START>>" sebagai awal dalam memulai pengukuran.

4. Membaca data berat (HX711)

```
const int HX711_dout = 4;
const int HX711_sck = 5;
HX711_ADC LoadCell(HX711_dout, HX711_sck);
```

Kode diatas menetapkan bahwa pin data (dout) modul HX711 tersambung ke GPIO 4 dan pin *clock* (sck) ke GPIO 5 pada ESP32. Baris terakhir membuat LoadCell untuk mengontrol sensor tersebut menggunakan fungsi dari *library* HX711_AD

```
if (LoadCell.update()) {
  float rawBerat = LoadCell.getData();
  if(rawBerat < 0) rawBerat = 0;
  static float filteredBerat = 0;
  if(filteredBerat == 0) filteredBerat = rawBerat;
  filteredBerat = (0.05 * rawBerat) + (0.95 *
  filteredBerat);
  beratLive = filteredBerat;
}
```

Baris kode di atas diawali dengan fungsi kondisional `LoadCell.update()` yang bertugas mendeteksi apakah data konversi *analog-to-digital* terbaru dari modul HX711 sudah siap dibaca. Nilai mentah dari sensor timbangan diambil menggunakan perintah `LoadCell.getData()` lalu disimpan ke dalam variabel `rawBerat`. Kondisi `if(rawBerat < 0)` ditambahkan sebagai pengaman (*safety threshold*) agar nilai berat tidak menampilkan angka negatif saat timbangan kosong.

Untuk menghasilkan data yang stabil, nilai mentah tersebut dimasukkan ke dalam rumus filter digital $(0.05 * \text{rawBerat}) + (0.95 * \text{filteredBerat})$. Formula ini memberikan bobot 5% pada data baru dan 95% pada data sebelumnya, untuk menyaring noise/getaran akibat bayi yang aktif bergerak, sehingga angka berat badan (`beratLive`) yang dihasilkan menjadi lebih halus, stabil, dan tidak melompat-lompat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
Firestore.setFloat(firebaseData, "/device_active/berat",
  (beratLive / 1000.0));
```

Perintah kode ini bertugas mengunggah nilai akhir dari variabel beratLive ke dalam *node database* Firebase.

5. Membaca data tinggi (HC – SR04)

```
if (state == 3 && (millis() - lastPingTime >= 50)) {
  lastPingTime = millis();
  digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
}

if (jarakBaruTersedia) {
  jarakBaruTersedia = false;
  float jarakSekarang = (echoDurasi * SOUND_SPEED) / 2.0;

  if (jarakSekarang >= 2.0 && jarakSekarang <= 150.0) {
    if (jarakRawFilter == 0.0) jarakRawFilter =
      jarakSekarang;
    jarakRawFilter = (0.2 * jarakSekarang) + (0.8 *
      jarakRawFilter);

    float tinggiKalkulasi = TINGGI_ALAT_TOTAL -
      jarakRawFilter - TEBAL_ALAS_CM;
    tinggiLive = (tinggiKalkulasi < 0) ? 0.0 :
      tinggiKalkulasi;
  }
}
```

Baris kode tersebut mengondisikan pemicuan (*trigger*) gelombang ultrasonik yang aktif hanya pada urutan kerja `state == 3`. Fungsi `millis() - lastPingTime >= 50` memastikan bahwa pin `TRIG_PIN` mengirimkan pulsa tinggi (*HIGH*) selama 10 mikrodetik setiap 50 milidetik sekali agar tidak terjadi tabrakan gelombang pantul.

Ketika interupsi perangkat keras berhasil menangkap pulsa balik, variabel bendera `jarakBaruTersedia` akan bernilai benar (*true*). Program kemudian menghitung jarak fisik menggunakan rumus linear $(echoDurasi * SOUND_SPEED) / 2.0$. Nilai jarak tersebut difilter menggunakan metode *exponential moving average* $(0.2 * jarakSekarang) + (0.8 * jarakRawFilter)$. Hasil akhir tinggi badan sesungguhnya (`tinggiLive`)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

diperoleh dengan mengurangi konstanta jarak statis tiang alat (TINGGI_ALAT_TOTAL) dengan nilai jarak sensor ke papan pembatas yang sudah difilter serta ketebalan alas baki maket (TEBAL_ALAS_CM).

```
Firestore.setFloat(firebaseData, "/device_active/tinggi",
    tinggiLive);
```

Pada kode program ini akan memberikan instruksi untuk mengunggah secara real-time nilai akhir tinggi badan yang tersimpan dalam variabel tinggiLive menuju *cloud database* Google Firebase.

6. Membaca data lingkaran kepala (Rotary encoder)

```
float keliling = 3.1416 * diameter_cm;
float jarakPulsa = keliling / (PPR * QUAD_FACTOR);
float panjangRaw = (pulseCount * jarakPulsa) *
    FAKTOR_KOREKSI_ROTARY;
lkLive = (panjangRaw < 0) ? 0.0 : panjangRaw + offset_cm;
```

Kode program di atas merupakan inti dari algoritma perhitungan matematis untuk mengonversi akumulasi pulsa putaran menjadi satuan panjang (sentimeter). Sistem pertama-tama menghitung nilai keliling roda encoder, kemudian membaginya dengan resolusi alat ukur (PPR * QUAD_FACTOR) untuk mendapatkan nilai jarak per satu pulsa (jarakPulsa). Selanjutnya, total pulsa yang tersimpan pada variabel pulseCount dikalikan dengan jarak per pulsa dan disesuaikan menggunakan FAKTOR_KOREKSI_ROTARY agar menghasilkan nilai lingkaran kepala aktual yang disimpan dalam variabel lkLive.

```
bool lkStabilkan = abs(lkLive - lkSebelumnya) <=
    TOLERANSI_LK;

if (lkStabilkan && lkLive > 1.0) {
    if (millis() - waktuStabil >= DURASI_STABIL_LK) {
        lkStabil = lkLive;
        state = 3;
    }
}
```

Melalui fungsi logika ini, sistem akan membandingkan selisih nilai pembacaan saat ini (lkLive) dengan nilai pembacaan sebelumnya (lkSebelumnya). Jika variasi data berada di bawah nilai ambang batas



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

toleransi (TOLERANSI_LK sebesar 0.3 cm) dan objek yang diukur valid, maka kondisi dianggap stabil. Apabila kondisi stabil ini terpenuhi secara konstan selama batas waktu minimum (DURASI_STABIL_LK sebesar 5 detik), maka data final akan dikunci ke dalam variabel `lkStabil` dan sistem beralih ke tahap pengukuran berikutnya (`state = 3`).

```
Firestore.setFloat(firebaseData,
  "/device_active/lingkar_kepala", lkStabil);
```

Perintah kode program ini akan mengirimkan parameter hasil pengukuran yang telah dinyatakan valid oleh sistem. Instruksi tersebut akan mengunggah data lingkaran kepala yang tersimpan di dalam variabel `lkStabil` menuju *cloud database* Firebase secara *real-time*.

7. Menampilkan hasil data pengukuran

```
if (millis() - waktuLCD > 300) {
  waktuLCD = millis();
  lcd.setCursor(0,0); lcd.print("== TINGGI & BERAT
  =");
  lcd.setCursor(0,1); lcd.print("TB : ");
  lcd.print(tinggiLive, 1); lcd.print(" cm      ");
  lcd.setCursor(0,2); lcd.print("BB : ");
  lcd.print((beratLive / 1000.0), 2); lcd.print(" kg
  ");

  long waktuBerjalanData = millis() - waktuStabil;
  long sisaWaktuData = (DURASI_STABIL >
  waktuBerjalanData) ? (DURASI_STABIL - waktuBerjalanData +
  999) / 1000 : 0;
```

```
lcd.setCursor(0,3);
  if (sisaWaktuData <= 10) {
    lcd.print("Mengunci: ");
    lcd.print(sisaWaktuData); lcd.print(" dtk...   ");
  } else {
    lcd.print("Mencari Titik Pas... ");
  }
}
```

Kode diatas merupakan tampilan oleh LCD setelah pengukuran telah selesai dilakukan. LCD akan menampilkan data berat, tinggi, dan lingkaran kepala. Setelah pengukuran selesai, push button dapat ditekan untuk melakukan pengulangan mengukur untuk bayi selanjutnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Program Void Setup

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);

  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
  pinMode(BTN_START, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BTN_RESET, INPUT_PULLUP);

  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ENCODER_A),
    readEncoder, CHANGE);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ENCODER_B),
    readEncoder, CHANGE);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ECHO_PIN),
    echoInterrupt, CHANGE);

  Wire.begin(21, 22);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();

  LoadCell.begin();
  LoadCell.start(2000, true);
  LoadCell.setCalFactor(CALIBRATION_LOADCELL);
  LoadCell.tare();

  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    LoadCell.update();
    delay(50);
  }

  config.host = FIREBASE_HOST;
  config.signer.tokens.legacy_token = FIREBASE_AUTH;
  Firebase.begin(&config, &auth);
  Firebase.reconnectWiFi(true);
  Firebase.setReadTimeout(firebaseData, 4000);
}
```

Baris kode di atas diawali dengan fungsi `void setup()` yang membuka kurung kurawal sebagai tanda awal prainisialisasi. Perintah `Serial.begin(115200)` mengaktifkan jalur komunikasi serial ke komputer dengan kecepatan *baudrate* 115200 bps untuk kebutuhan pemantauan data (*debugging*). Fungsi `pinMode()` menetapkan konfigurasi arah aliran listrik digital, di mana pin tombol kontrol dan fasa *encoder* diatur sebagai `INPUT_PULLUP` untuk mengaktifkan resistor internal atas, sedangkan pin pemicu ultrasonik dikondisikan sebagai `OUTPUT`.

Fungsi `attachInterrupt()` mendaftarkan kaki fisik `ENCODER_A`, `ENCODER_B`, dan `ECHO_PIN` ke dalam sistem interupsi perangkat keras dengan metode deteksi `CHANGE` (perubahan logika dari rendah ke tinggi atau



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sebaliknya). Selanjutnya, komunikasi bus serial I2C diaktifkan melalui pin GPIO 21 dan 22 (`Wire.begin()`) untuk menyalakan lampu latar dan mengaktifkan memori display monitor LCD 20x4 via perintah `lcd.begin()`. Pada blok ini juga dilakukan proses inisialisasi dan kalibrasi titik nol otomatis untuk sensor berat badan (`LoadCell.tare()`), pembukaan jembatan sinyal nirkabel Wi-Fi lokal melalui sirkuit perulangan `while`, aktivasi protokol otentikasi data Firebase dengan batas waktu tunggu respons (*timeout*) selama 4 detik, dan diakhiri dengan pemanggilan subrutin halaman antarmuka siaga awal via fungsi `tampilkanMenuAwal()`.

9. Program Void Loop

```
void loop() {

    // 1. UPDATE TIMBANGAN KILAT
    if (LoadCell.update()) {
        float rawBerat = LoadCell.getData();
        if (rawBerat < 0) rawBerat = 0;
        static float filteredBerat = 0;
        if (filteredBerat == 0) filteredBerat = rawBerat;
        filteredBerat = (0.05 * rawBerat) + (0.95 *
filteredBerat);
        beratLive = filteredBerat;
    }
    static float filteredBerat = 0;

    if (filteredBerat == 0)
        filteredBerat = rawBerat;

    static float filteredBerat = 0;

    if (filteredBerat == 0)
        filteredBerat = rawBerat;

    // 2. TRIGGER ULTRASONIK OTOMATIS
    if (state == 3 && (millis() - lastPingTime >= 50)) {
        lastPingTime = millis();
        digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
        delayMicroseconds(10);
        digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    }
}
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// 3. KALKULASI TINGGI BADAN
if (jarakBaruTersedia) {
    jarakBaruTersedia = false;
    float jarakSekarang = (echoDurasi * SOUND_SPEED) /
2.0;

if (jarakSekarang >= 2.0 && jarakSekarang <= 150.0) {
    if (jarakRawFilter == 0.0) jarakRawFilter =
jarakSekarang;
    jarakRawFilter = (0.2 * jarakSekarang) + (0.8 *
jarakRawFilter);

    float tinggiKalkulasi = TINGGI_ALAT_TOTAL -
jarakRawFilter - TEBAL_ALAS_CM;
    tinggiLive = (tinggiKalkulasi < 0) ? 0.0 :
tinggiKalkulasi;
}
}
// ===== STATE 1: COUNTDOWN =====
if(state == 1) {
    if(millis() - waktuSebelumnya >= 1000) {
        waktuSebelumnya = millis();
        hitungMundur--;
        tampilkanCountdown();
    }
// ===== STATE 2: UKUR LINGKAR KEPALA
=====
else if (state == 2) {
    float keliling = 3.1416 * diameter_cm;
    float jarakPulsa = keliling / (PPR * QUAD_FACTOR);
    float panjangRaw = (pulseCount * jarakPulsa) *
FAKTOR_KOREKSI_ROTARY;
```

Fungsi void loop() merupakan siklus program utama yang dieksekusi secara sekuensial dan terus-menerus oleh mikrokontroler ESP32 selama sistem menerima pasokan daya listrik. Fungsi ini bertindak sebagai pusat kendali operasional yang bertugas melakukan akuisisi data, pemrosesan filter digital, dan sinkronisasi pembacaan tiga sensor utama secara real-time. Sensor-sensor tersebut meliputi sensor load cell untuk parameter berat badan, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk parameter tinggi atau panjang badan, serta sensor rotary encoder untuk parameter lingkaran kepala bayi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV PEMBAHASAN

Pengujian alat antropometri yang telah di realisasikan merupakan tahap terakhir dalam proses pembuatan Tugas Akhir. Tahap selanjutnya yaitu melakukan uji coba yang bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang telah di rancang berfungsi dengan baik dan benar sesuai dengan fungsi nya atau tidak. Jika alat antropometri dalam pengujian masih mengalami ketidak sesuaian, maka akan dilakukan nya perbaikan. Dalam pengujian terdapat data – data yang perlu diambil untuk dianalisa agar dapat diketahui penyebab data berikut :

1. Lokasi : Bojonggede, Kab.Bogor
2. Waktu : 12 Juni 2026
3. Pelaksanaan : Rahma Septi Hidayanti
4. Pembimbing : Benny Nixon, S.T.,M.T.

Pengujian dilakukan pada tiap rangkaian sesuai dengan prosedur masing – masing perangkat yang akan dilakukan pengujian. Berikut pengujian yang dilakukan :

1. Pengujian *Power Supply*
2. Pengujian Return loss dan VSWR WiFi
3. Pengujian RSSI
4. Pengujian Program Pada ESP32
5. Pengujian Sensor Load Cell
6. Pengujian Sensor HC – SR04
7. Pengujian Rotary Encoder
8. Pengujian Tegangan Seluruh Komponen
9. Pengujian Keseluruhan Sistem Alat Antopometri

4.1 Pengujian catu daya (*Power Supply*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keluaran dari power supply, seperti pada proses berikut ini :



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian *power supply* pada rangkaian merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik *power supply* sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pengujian ini akan berguna untuk pengaruh sumber listrik terhadap output *power supply*. Hasil akhir pengujian ini yaitu didapatkan nya keluaran tegangan sebesar 5V.

4.1.2 Tujuan Pengujian

Tujuan Pengujian pada sistem catu daya (*power supply*) bertujuan untuk menganalisis karakteristik keluaran tegangan serta memastikan stabilitas dan keandalan penyaluran daya ke seluruh komponen alat antropometri. Melalui pengujian ini, regulasi tegangan DC diverifikasi secara menyeluruh agar tetap berada pada kondisi sebesar 5 Volt dan aman sesuai dengan karakteristik beban digital, seperti mikrokontroler ESP32, sensor *load cell*, sensor ultrasonik HC-SR04, dan *rotary encoder*.

4.1.3 Alat – alat yang dibutuhkan

Untuk melakukan pengujian *power supply*, adapun beberapa alat yang dibutuhkan yaitu :

1. Rangkaian *power supply*
2. Multimeter
3. Kabel *probe*

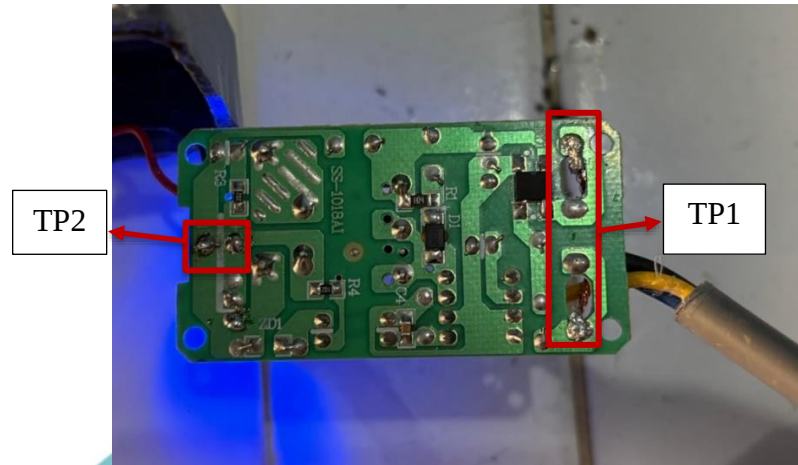
4.1.4 Set up alat

Sebelum pengujian dimulai, dilakukan *power supply* dihubungkan ke sumber listrik dari AC 220V untuk menghasilkan keluaran tegangan DC 5V. Rangkaian penyiapan dan pengukuran tegangan catu daya ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang merupakan titik pengujian yang akan dilakukan pada *power supply* dengan Titik TP1 dari sumber listrik dan TP2 adalah keluaran dari *power supply* yang di ubah menjadi DC.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

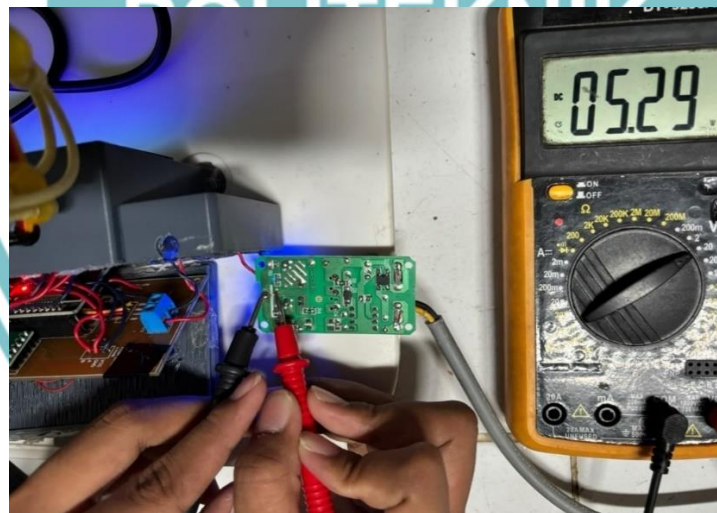


Gambar 4.1 Rangkaian power supply alat antropometri

4.1.5 Prosedur Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan untuk rangkai catu daya adalah sebagai berikut :

1. Menyambungkan kabel power ke sumber listrik.
2. Sambungkan kabel *probe* pada multimeter.
3. Menghubungkan kabel *probe* kepada titik pengamatan untuk mengukur tegangan. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2



Gambar 4.2 Pengujian power supply

Pada Gambar 4.2 merupakan proses yang dilakukan untuk pengujian tegangan pada *power supply* yang akan dipakai untuk alat antropometri



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.6 Hasil Pengujian

Hasil pengujian tegangan pada rangkaian *power supply* menggunakan multimeter digital sebagai alat ukur yang digunakan. Pengukuran ini dilakukan saat seluruh komponen alat antropometri sedang menyala untuk melihat apakah tegangan listrik yang masuk dan keluar sudah sesuai dengan kebutuhan alat atau belum. Sehingga hasil yang didapatkan pada pengujian tegangan ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil pengujian power supply

Titik pengujian	Tegangan (Volt)	Keterangan
TP1	220 Volt	Output dari sumber listrik (AC)
TP2	5,29 Volt	Output dari power supply (DC)

Berdasarkan hasil pengujian pada *power supply* seperti pada Tabel 4.1, diperoleh nilai tegangan keluaran pada titik uji TP1 yang terhubung langsung dengan sumber listrik, diperoleh nilai tegangan sebesar 220 V. Hasil tersebut membuktikan bahwa pemasok daya AC dari sumber *eksternal* berada pada kondisi ideal dan stabil, sehingga memenuhi kriteria parameter masukan yang aman bagi sistem. Selanjutnya, hasil yang di dapatkan dari pengukuran TP2 yang merupakan keluaran dari rangkaian DC yang akan menyuplai beban digital. Hasil pengukuran pada T2 menunjukkan nilai sebesar 5,29 V. Meskipun terdapat deviasi sebesar 0,29 V jika dibandingkan dengan tegangan ideal kerja 5V. Namun, hal ini masih berada di dalam batas toleransi yang dapat diterima.

4.2 Pengujian tegangan seluruh sensor

Pengujian tegangan seluruh sensor merupakan tahapan uji coba yang dilakukan untuk mengukur dan memastikan stabilitas nilai tegangan listrik yang disuplai ke masing-masing komponen elektronik pada alat antropometri.

4.2.1 Deskripsi pengujian

Proses pengujian ini melibatkan pengukuran langsung pada pin tegangan masuk (*VCC/Input*) dari komponen ESP32, sensor *load cell*, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor *rotary encoder*, serta layar LCD menggunakan alat ukur multimeter



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

digital.

4.2.2 Tujuan pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan setiap komponen mendapatkan konsumsi tegangan yang stabil dan aman sesuai dengan parameter nilai perancangan (seperti tegangan kerja 5V atau 3,3V), sehingga mencegah terjadinya kerusakan sirkuit akibat kelebihan beban serta menjaga tingkat akurasi sinyal analog maupun digital yang dihasilkan oleh masing-masing sensor.

4.2.3 Alat alat yang dibutuhkan

Dalam melakukan pengujian diperlukan beberapa alat pendukung seperti berikut :

1. Sensor yang digunakan
2. Multimeter
3. Kabel probe

4.2.4 Set up alat

Seluruh komponen sensor dan LCD I2C 20x4 dipasang pada jalur daya utama PCB. Titik-titik pengukuran tegangan pada masing-masing pin VCC komponen disiapkan untuk diukur menggunakan multimeter digital untuk memastikan suplai daya stabil. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Set up alat antropometri

4.2.5 Prosedur pengujian

Prosedur yang dilakuka untuk memastikan pengujian berjalan dengan baik dan benar. Berikut beberapa prosedur dalam pengujian dari seluruh sensor :

1. Menghubungkan power supply ke sumber listrik.
2. Sambungkan kabel probe pada multimeter.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Menghubungkan kabel probe kepada titik pengamatan masing masing sensor untuk mengukur tegangan

4.2.6 Hasil pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan hasil nilai tegangan seperti pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Hasil pengujian tegangan seluruh komponen

Sensor	Tegangan perancangan	Hasil pengujian
<i>Power supply</i>	5 V	5, 29 V
ESP32	5 V	5,27 V
Load cell	3,3 V	3,32 V
HC – SR04	5 V	5,29 V
Rotary encoder	5 V	5,28 V
LCD	5 V	5,27 V

Berdasarkan data pada Tabel 4.2, dapat dianalisis bahwa seluruh komponen sistem sensor telah menerima suplai tegangan yang stabil dan optimal. Tegangan aktual yang terukur pada masing-masing komponen mulai dari *Power supply*, ESP32, *Load cell*, HC-SR04, *Rotary encoder*, hingga LCD menunjukkan nilai yang sangat mendekati spesifikasi tegangan perancangannya. Hal ini membuktikan bahwa regulasi daya pada sistem berjalan dengan baik, sehingga meminimalkan risiko kekurangan daya yang dapat mengganggu performa pembacaan sensor selama pengujian sistem antropometri berlangsung

4.3 Pengujian Program Pada ESP32

Pengujian program dilakukan untuk memastikan bahwa source code yang telah dirancang dapat berjalan dengan baik dan sesuai logika sistem pada mikrokontroler ESP32.

4.3.1 Deskripsi pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan fungsionalitas program yang di *upload* pada mikrokontroler ESP32 berjalan tanpa adanya *error*. Pengujian program untuk memverifikasi bahwa ESP32 dapat membaca data dari komponen serta mengolah datam dengan stabil sesuai algoritma sistem pada alat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

antropometri.

4.3.2 Tujuan pengujian

Pengujian program pada mikrokontroler ESP32 bertujuan untuk memverifikasi fungsionalitas seluruh baris kode dan *library* pendukung agar dapat dikompilasi serta di *upload* ke dalam sistem tanpa kegagalan.

4.3.3 Alat alat yang dibutuhkan

Alat yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian program pada ESP32 sebagai berikut :

1. Laptop yang telah terinstall Arduino IDE
2. ESP32
3. Kabel *micro to USB*

4.3.4 Set up alat

Set up alat pada pengujian program ESP32 dilakukan untuk memastikan koneksi antara ESP32 dengan laptop terhubung dengan baik sebelum proses *upload* program dilakukan. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4



Gambar 4.4 Set up EPS32

4.3.5 Proses pengujian

Proses yang dilakukan untuk melakukan pengujian program dengan ESP32 sebagai berikut :

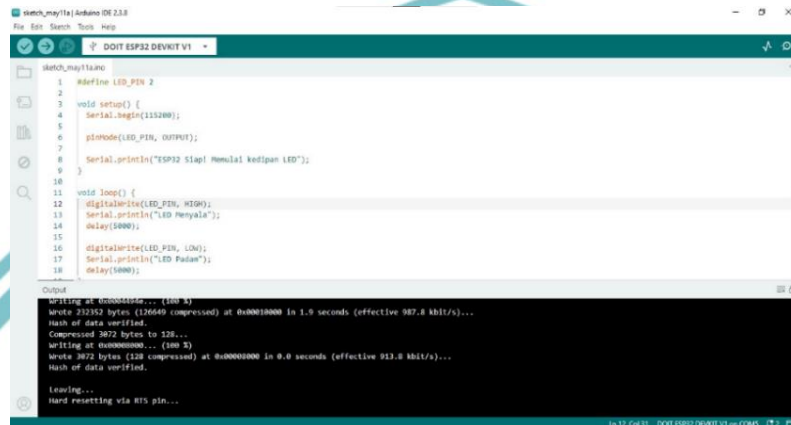
1. Siapkan laptop yang sudah terinstall dengan aplikasi Arduino IDE.
2. Menghubungkan ESP32 dengan laptop dengan menggunakan kabel USB. Pastikan lampu indikator ESP32 menyala.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Mengatur port yang digunakan oleh ESP32 dan memastikan board yang digunakan adalah ESP32 DEVKIT V1
4. Mengupload program pada ArduinoIDE untuk board ESP32. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.5



Gambar 4.5 Hasil upload program ESP32

4.4 Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian sensor load cell dilakukan untuk memastikan bahwa sensor berat pada alat antropometri dapat merespons beban dengan baik dan menghasilkan pembacaan data yang akurat. Berikut proses pengujian :

4.4.1 Deskripsi pengujian

Pengujian sensor Load Cell bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca data berat badan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa barang sebagai objek pengujian.

4.4.2 Tujuan pengujian

Pengujian pada sensor *load cell* ini bertujuan untuk menguji fungsionalitas dan tingkat keandalan komponen dalam merespons tekanan atau beban dari berat objek. Selain itu, pengujian ini dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi pembacaan modul HX711, mendeteksi stabilitas nilai kalibrasi yang telah diatur.

4.4.3 Alat alat yang dibutuhkan

Untuk melakukan pengujian Load Cell diperlukan nya beberapa alat pendukung untuk digunakan dalam pengujian :



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Laptop yang telah terinstall Arduino IDE
2. Sensor Load Cell dan Modul HX711
3. Timbangan referensi
4. Objek yang memiliki bobot berat, sedang, ringan.

4.4.4 Set up alat

Sensor load cell dipasang secara presisi padaudukan bawah maket timbangan dan dihubungkan ke modul penguat HX711, yang kemudian diteruskan ke ESP32. Sebelum timbangan diberi beban yang memiliki bobot yang berbeda – beda. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Set up load cell alat timbangan antropometri

4.4.5 Prosedur pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan untuk memastikan pengujian berjalan dengan baik dan benar. Berikut adalah beberapa prosedur dalam pengujian sensor load cell :

1. Mempersiapkan laptop yang sudah terinstall Arduino IDE, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.7



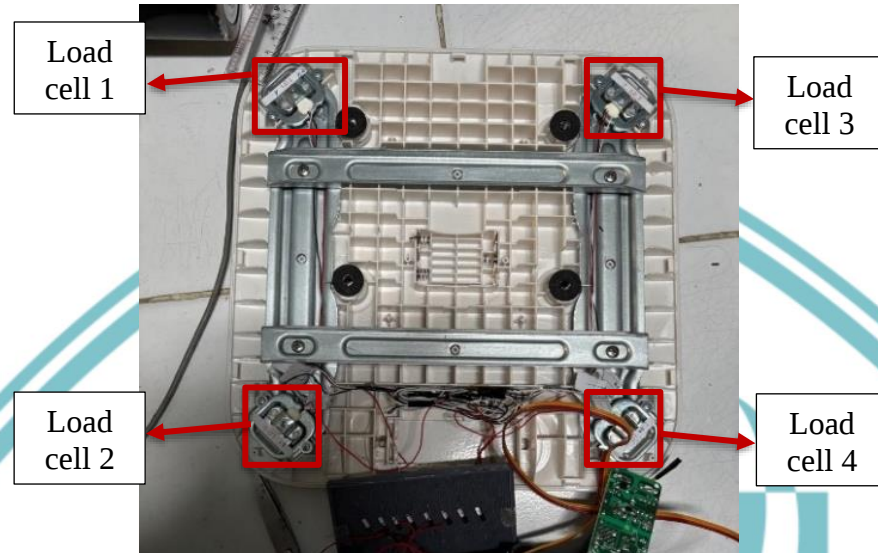
Gambar 4.7 Menyiapkan laptop yang telah terinstall Arduino IDE

2. Menyiapkan alat yang sudah dibuat

Hak Cipta :

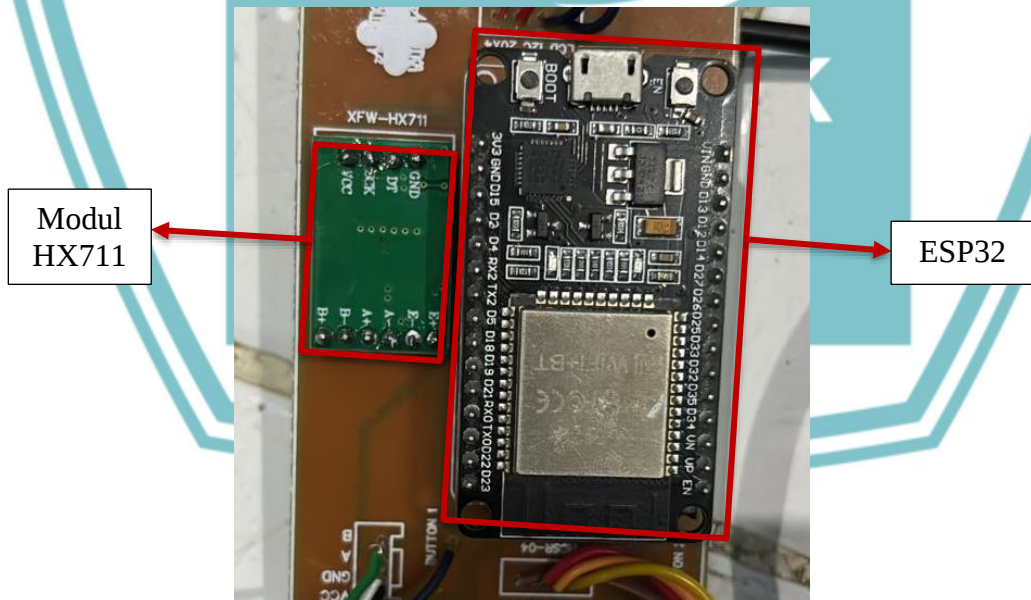
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Memastikan kabel dari load cell ke pin modul HX711. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.8



Gambar 4.8 Memastikan kabel load cell ke modul HX711

4. Memastikan pin pada modul HX711 tersambung ke pin ESP32 dengan baik. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.9



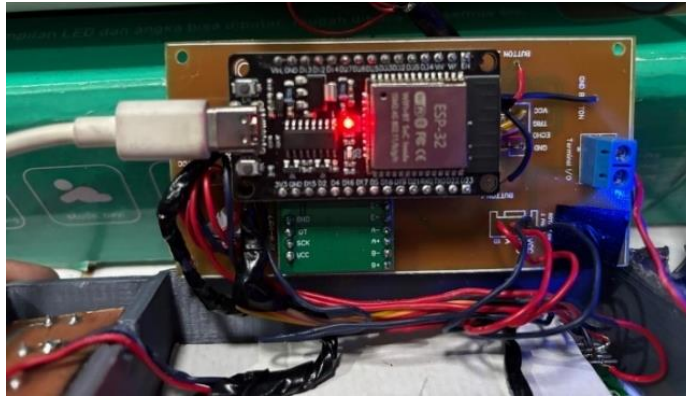
Gambar 4.9 Memastikan pin HX711 dengan ESP32

5. Menghubungkan sensor load cell, HX711 LCD dan ESP32 dengan Laptop. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.10



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.10 Menghubungkan ESP32 dengan laptop

4.4.6 Hasil pengujian

1. Pengujian pertama dilakukan menggunakan 5 objek yang memiliki bobot ringan yang berbeda. Objek-objek tersebut diukur menggunakan timbangan antropometri yang akan dibandingkan nilainya dengan timbangan referensi. Hasil pengujian untuk objek berbobot ringan dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.11

Tabel 4. 3 Hasil pengujian load cell dengan bobot ringan

Nama objek	Timbangan antropometri	Timbangan referensi
Handphone	0,21 kg	0,2 kg
Botol minum	0,62 kg	0,70 kg
Buku	0,71 kg	0,80 kg
Kardus	0,34 kg	0,40 kg
Speker bluetooth	0,92 kg	0,90 kg

Pada Tabel 4.3 merupakan hasil dari pengujian dengan 5 objek yang memiliki bobot ringan yang berbeda menggunakan timbangan antropometri dan timbangan referensi. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.11 dan Gambar 4.12

```
Load_cell output val: 899.05
Load_cell output val: 900.38
Load_cell output val: 901.52
Load cell output val: 902.67
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.11 Hasil pengujian kalibrasi dengan timbangan antropometri



Gambar 4.12 Hasil pengujian dengan timbangan referensi

Pada Gambar 4.11 merupakan hasil pengujian berat dengan bobot ringan menggunakan speaker sebagai objek pada timbangan antropometri mendapatkan hasil sebesar 0,92 kg. Hasil tersempit akan tampil pada serial monitor pada saat melakukan kalibrasi. Sedangkan pada Gambar 4.12 merupakan hasil pengujian berat dengan bobot ringan menggunakan timbangan referensi mendapatkan hasil sebesar 0,90 kg. Dari hasil kedua timbangan tersebut dapat dihitung persentase akurasi timbangan dengan menggunakan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2 seperti berikut :

$$\text{Nilai error} = \left(\frac{\text{Nilai pembacaan sensor} - \text{Nilai referensi}}{\text{Nilai referensi}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai error} = \left(\frac{0,92 - 0,90}{0,90} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai error} = 2,2 \%$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - \text{Nilai error}$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - 2,2\%$$

$$\text{Akurasi} = 97,8\%$$

Pada hasil pengujian yang dilakukan dengan speaker sebagai objek beban sedang, didapatkan hasil nilai yaitu 0,92 kg dengan menggunakan timbangan antropometri dan 0,90 kg dengan menggunakan timbangan referensi. Mendapatkan persentase akurasi timbangan adalah sekitar 97,8%



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan 5 objek dengan bobot sedang yang berbeda. Hasil pengukuran dan perbandingan datanya ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil pengujian load cell dengan bobot sedang

Nama objek	Timbangan Alika	Timbangan referensi
Barbel	5,0 kg	5,0 kg
Paket	1,03 kg	1 kg
Baterai	2,09 kg	2,25 kg
Triplek	1,43 kg	1,60 kg
Helm	1,50 kg	1,25 kg

Pada Tabel 4.4 merupakan hasil dari pengujian dengan 5 objek yang memiliki bobot sedang yang berbeda menggunakan timbangan antropometri dan timbangan referensi. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13 dan Gambar 4.14

```
Load_cell output val: 5000.34
Load_cell output val: 5001.69
Load_cell output val: 5004.07
```

Gambar 4.13 Hasil pengujian timbangan antropometri dengan bobot sedang



Gambar 4.14 Hasil pengujian timbangan referensi dengan bobot sedang

Pada Gambar 4.13 merupakan hasil pengujian berat dengan bobot sedang menggunakan barbel sebagai objek pada timbangan antropometri mendapatkan hasil sebesar 5 kg. Hasil tersebut akan tampil pada serial monitor kalibrasi sensor.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sedangkan pada Gambar 4.14 merupakan hasil pengujian berat dengan bobot sedang menggunakan timbangan referensi mendapatkan hasil sebesar 5 kg. Dari hasil kedua timbangan tersebut dapat dihitung persentase akurasi timbangan dengan menggunakan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2 seperti berikut :

$$\text{Nilai error} = \left(\frac{\text{Nilai pembacaan sensor} - \text{Nilai referensi}}{\text{Nilai referensi}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai error} = \left(\frac{5 - 5}{5} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai error} = 0,08\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Nilai error}$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - 0,08\%$$

$$\text{Akurasi} = 99,92\%$$

Pada hasil pengujian yang dilakukan dengan barbel sebagai beban sedang, didapatkan hasil nilai yaitu 5 kg dengan menggunakan timbangan antropometri dan 5 kg dengan menggunakan timbangan referensi. Mendapatkan persentase akurasi timbangan adalah sekitar 99,92%

3. Pengujian ketiga dilakukan dengan menggunakan 5 objek berbeda yang masuk ke dalam kategori bobot berat. Hasil pengukuran untuk objek berbobot berat dirangkum pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Hasil pengujian load cell dengan bobot berat

Nama objek	Timbangan Alika	Timbangan referensi
Beban 1	114,02 kg	114,10 kg
Beban 2	84,58 kg	85,25 kg
Beban 3	111, 55 kg	112,45 kg
Beban 4	70,13 kg	70,35 kg
Beban 5	50,50 kg	50,25 kg

Pada Tabel 4.5 merupakan hasil dari pengujian dengan 5 objek yang memiliki bobot beban yang berbeda menggunakan timbangan antropometri dan timbangan referensi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
Load_cell output val: 69967.26
Load_cell output val: 70063.02
Load_cell output val: 70152.70
Load_cell output val: 70318.82
```

Gambar 4.15 Hasil pengujian timbangan antropometri dengan bobot berat

Pada Gambar 4.15 merupakan hasil pengujian berat dengan bobot sedang menggunakan Adrian sebagai objek pada timbangan antropometri mendapatkan hasil sebesar 70,31 kg. Hasil tersempit akan tampil pada serial monitor pada saat melakukan kalibrasi



Gambar 4.16 Hasil pengujian timbangan referensi dengan bobot berat

Pada Gambar 4.16 merupakan hasil pengujian berat dengan beban 4 menggunakan timbangan referensi mendapatkan hasil sebesar 70,35 kg. Dari hasil kedua timbangan hasil tersebut dapat dihitung persentase akurasi timbangan dengan menggunakan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2 seperti berikut :

$$\text{Nilai error} = \left(\frac{\text{Nilai pembacaan sensor} - \text{Nilai referensi}}{\text{Nilai referensi}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai error} = \left(\frac{70,31 - 70,05}{70,05} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai error} = 0,37 \%$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - \text{Nilai error}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$Akurasi = 100 \% - 0,37\%$$

$$Akurasi = 99,63 \%$$

Pada hasil pengujian yang dilakukan dengan sebagai objek didapatkan hasil nilai yaitu 70,31 kg dengan menggunakan timbangan antropometri dan 70,35 kg dengan menggunakan timbangan referensi. Mendapatkan persentase akurasi timbangan adalah sekitar 99,63%

4.5 Pengujian Sensor HC – SR04

Pengujian pada sensor HC – SR04 dilakukan untuk menguji keakuratan sensor yang telah di realisasikan dalam mengukur tinggi dari suatu objek yang digunakan.

4.5.1 Deskripsi pengujian

Pengujian Sensor Ultrasonik yaitu sebagai pengukur tinggi badan dalam sebuah eksperimen atau percobaan yang bertujuan untuk menguji keakuratan dan keandalan sensor ultrasonik dalam mengukur tinggi badan seseorang atau benda lainnya. Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan pada prinsip pantulan gelombang suara dan pengukuran tinggi badan pada salah satu aplikasi praktis dari teknologi ini.

4.5.2 Tujuan pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi, stabilitas, dan keandalan sensor dalam mengukur tinggi dari suatu objek. Melalui proses ini, persentase tingkat kesalahan (*error*) dapat dihitung dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur manual, sehingga data antropometri yang dihasilkan terbukti valid dan memenuhi batas toleransi yang ditentukan.

4.5.3 Alat alat yang dibutuhkan

Dalam melakukan pengujian pada sensor HC – SR04 diperlukan beberapa alat pendukung seperti berikut :

1. Laptop yang sudah terinstall Arduino IDE
2. Alat yang sudah dibuat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Meteran

4. Objek yang memiliki ukuran yang berbeda

4.5.4 Set up alat

Sensor HC – SR04 dipasang pada ujung papan di bagian kaki, yang kemudian diteruskan ke ESP32. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.17

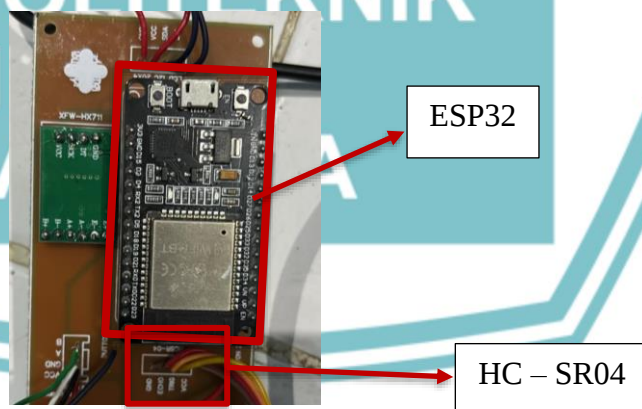


Gambar 4.17 Set up sensor HC – SR04 alat antropometri

4.5.5 Prosedur pengujian

Prosedur yang dilakukan untuk memastikan pengujian berjalan dengan baik dan benar. Berikut beberapa prosedur dalam pengujian sensor HC – SR04:

1. Mempersiapkan laptop yang telah terinstall dengan Arduino.
2. Memastikan pin ESP32, HC – SR04 dan LCD untuk menjalankan fungsi sensor ultrasonik. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.18



Gambar 4.18 Memastikan pin HC- SR04 terhubung dengan ESP32

4.5.6 Hasil pengujian

Setelah melakukan pengujian pada sensor HC – SR04 diperoleh data yang berupa jarak dalam satuan Cm. Seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.6

Tabel 4. 6 Hasil pengujian HC - SR04



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Nama objek	Meteran Alika	Meteran referensi
Alumunium	50.02 cm	50 cm
Papan	56.3 cm	55.98 cm
Besi	47.5 cm	47.02 cm
Benner	59.2 cm	60 cm

Pada Tabel 4.6 merupakan hasil dari pengujian yang dilakukan oleh sensor HC – SR04 dengan menggunakan 4 objek untuk dijadikannya perbandingan dari alat yang telah dibuat dengan alat referensi. Untuk mengetahui ke keslahan (*error*) dan ke akurasian dari hasil tersebut dapat dihitung persentase akurasi timbangan dengan menggunakan persamaan 2.3 dan persamaan 2.4 seperti berikut :

$$Error \% = \left| \frac{\text{jarak sebenarnya} - \text{jarak yang terbaca}}{\text{jarak yang terbaca}} \right| \times 100\%$$

$$Error \% = \left| \frac{56,3 - 55,98}{55,98} \right| \times 100\%$$

$$Error \% = 0,005\%$$

$$Akurasi = 100 \% - \text{Nilai error}$$

$$Akurasi = 100 \% - 0,005\%$$

$$Akurasi = 99,99\%$$

Pehitungan dengan objek papan untuk diketahui nilai akurasi dari sensor HC – SR04 sebagai alat yang akan mengukur tinggi agar diketahui nilai *error* dan keserasian dari sensor tersebut. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sensor HC – SR04 menunjukkan performa yang berfungsi untuk mengukur tinggi dari suatu objek, meskipun hasil pembacaan tidak 100% akurasi dengan menggunakan meteran referensi. Data pengujian yang diperoleh pada objek papan memperlihatkan adanya kecenderungan nilai yang mendekati hasil pengukuran menggunakan meteran referensi, menjadikannya alat yang efisien dalam konteks mengukur tinggi. Sensor HC – SR04 ini membuktikan bahwa hasil dari pembacaan valid dan dapat diterapkan untuk mengukur tinggi badan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.6. Pengujian sensor Rotary Encoder

Pengujian sensor rotary encoder yaitu sebagai pengukur lingkaran kepala dalam sebuah eksperimen atau percobaan yang bertujuan untuk menguji keakuratan dan keandalan sensor rotary encoder dalam mengukur lingkaran suatu benda.

4.6.1 Deskripsi pengujian

Proses pengujian ini melibatkan perbandingan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur referensi standar manual terhadap berbagai variasi ukuran objek simulasi guna mengetahui nilai deviasi atau persentase *error* yang dihasilkan.

4.6.2 Tujuan pengujian

Pengujian pada sensor rotary encoder ini bertujuan untuk membuktikan tingkat akurasi dan kepresisian sensor dalam menghitung pulsa (*pulse*) gerakan saat tali pengukur ditarik untuk mengukur lingkaran suatu objek.

4.6.3 Alat alat yang dibutuhkan

Dalam melakukan pengujian pada sensor rotary encoder diperlukan beberapa alat pendukung seperti berikut :

1. Laptop yang sudah terinstall Arduino IDE
2. Alat yang dibuat
3. Meteran
4. Objek yang memiliki diameter yang berbeda

4.6.4 Set Up alat

Sensor rotary encoder dipasang dalam maket yang telah dirancang, kemudian diteruskan ke ESP32. Sebelum dilakukan nya pengujian alat disusun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.19



Gambar 4.19 Set up sensor rotary encoder alat antropometri



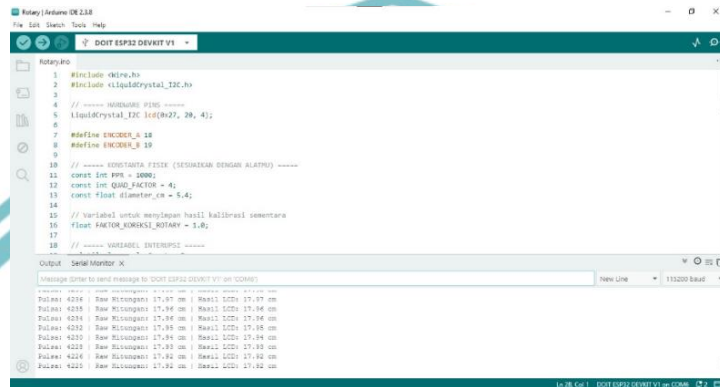
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.6.5 Prosedur pengujian

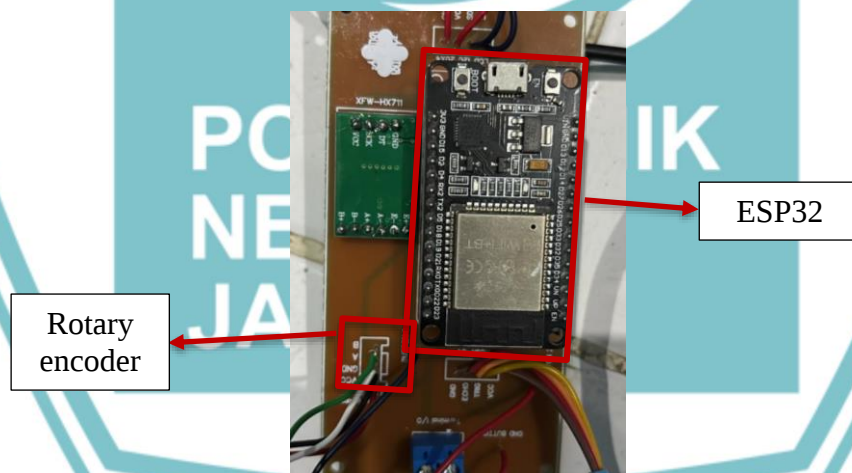
Prosedur yang dilakukan untuk memastikan pengujian berjalan dengan baik dan benar. Berikut beberapa prosedur dalam pengujian sensor Rotary encoder:

1. Mempersiapkan laptop yang telah terinstall Arduino IDE, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.20



Gambar 4.20 Menyiapkan laptop yang telah terinstall Arduino IDE

2. Memastikan pin yang dimiliki oleh Rotary encoder sudah terhubung dengan pin ESP32, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.21



Gambar 4.21 Memastikan pin rotary encoder terhubung dengan ESP32

4.6.6 Hasil pengujian

Pengujian terhadap keandalan sensor rotary encoder dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dimensi suatu objek menggunakan alat ukur referensi manual serta alat ukur yang telah dibuat. Pada Tabel 4.7. Pengujian ini menggunakan 5 jenis objek uji yang memiliki dimensi diameter yang berbeda untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mengetahui tingkat presisi dan pembacaan dari sensor rotary encoder saat diaplikasikan. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.22

Pulsa: 4248	Raw Hitungan: 18.02 cm	Hasil LCD: 18.02 cm
Pulsa: 4246	Raw Hitungan: 18.01 cm	Hasil LCD: 18.01 cm
Pulsa: 4246	Raw Hitungan: 18.01 cm	Hasil LCD: 18.01 cm
Pulsa: 4244	Raw Hitungan: 18.00 cm	Hasil LCD: 18.00 cm
Pulsa: 4243	Raw Hitungan: 18.00 cm	Hasil LCD: 18.00 cm
Pulsa: 4241	Raw Hitungan: 17.99 cm	Hasil LCD: 17.99 cm

Gambar 4.22 Melakukan kalibrasi pada Rotary encoder

Pada Gambar 4.22 merupakan hasil kalibrasi pada rotary encoder untuk mengetahui apakah rotary bekerja sesuai atau tidak. Pengujian ini dilakukan menggunakan botol parfume sebagai objek yang akan dilakukan pengukuran. Seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.7

Tabel 4. 7 Hasil pengujian rotary encoder

Nama objek	Pengukuran antropometri	Pengukuran meteran
Botol minum	27,7 cm	27,0 cm
Kaleng biskuit	48,4 cm	47,3 cm
Barbel	39,8 cm	39,9 cm
Botol betadine	9,7 cm	9,6 cm
Botol parfume	16,1 cm	15,9 cm

Pada Tabel 4.7 yang merupakan hasil pengukuran objek menggunakan pengukuran alat antropometri yang telah dibuat dan pengukuran menggunakan meteran referensi. Dari hasil tersebut dapat dihitung persentase akurasi timbangan dengan menggunakan persamaan 2.5 dan persamaan 2.6 seperti berikut :

$$Error \% = \left| \frac{\text{diameter yang dibaca} - \text{diameter referensi}}{\text{diameter referensi}} \right| \times 100\%$$

$$Error \% = \left| \frac{48,4 - 47,3}{47,3} \right| \times 100\%$$

$$Error \% = 0,02 \%$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$Akurasi = 100 \% - \text{Nilai eror}$$

$$Akurasi = 100 \% - 0,02\%$$

$$Akurasi = 99,98\%$$

Berdasarkan hasil pengujian pada sensor *rotary encoder*, data pengukuran menunjukkan bahwa sensor ini sudah bekerja dengan sangat baik. Sensor mampu mendeteksi setiap gerakan putaran pada pita ukur secara presisi, lalu mengubahnya menjadi nilai lingkaran kepala dalam satuan sentimeter (cm). Perbedaan yang dihasilkan ini wajar terjadi karena adanya faktor mekanis, seperti gesekan kecil pada roda tempat pita pengukur berjalan, atau karena sulitnya menentukan titik awal penarikan pita yang pas.

4.7 Pengujian alat Antropometri

Pengujian pada alat antropometri dilakukan untuk mengetahui keakuratan secara sekaligus dari ketiga *input* yang di rancang. Seperti pada proses dibawah ini :

4.7.1 Deskripsi pengujian

Pengujian pada sistem alat antropometri yaitu untuk memastikan bahwa alat ukur tersebut memberikan hasil yang akurat dan konsisten dalam mengukur pertumbuhan pada bayi.

4.7.2 Tujuan pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seluruh sensor yang digunakan bekerja secara bersamaan dapat berjalan sesuai dengan fungsi nya.

4.7.3 Alat alat yang dibutuhkan

Pada pengujian ini dibutuhkan beberapa alat untuk mendukung pengujian seperti :

1. Alat antropometri
2. Modem orbit
3. Bayi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.7.4 Set Up pengujian

Untuk melakukan pengujian dari keseluruhan sensor yang telah di realisasikan menjadi alat antropometri dilakukan nya set up sebelum digunakan, seperti pada Gambar 4.23

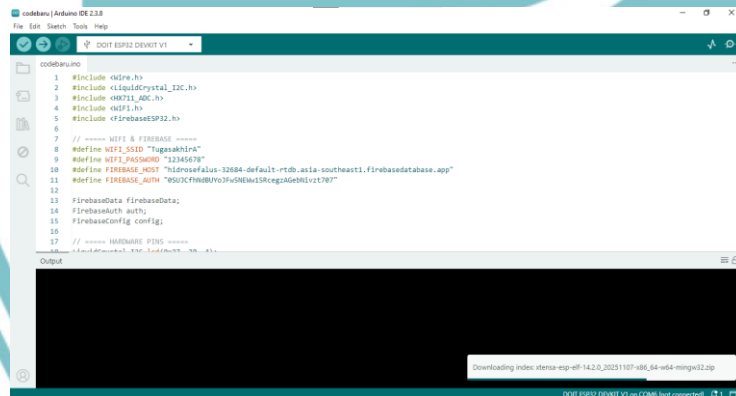


Gambar 4.23 Melakukan kalibrasi pada Rotary encoder

4.7.5 Prosedur pengujian

Prosedur yang dilakuka untuk memastikan pengujian berjalan dengan baik dan benar. Berikut beberapa prosedur dalam pengujian alat antropometri :

1. Mempersiapkan laptop yang telah terinstal dengan Arduino IDE, seperti yang ditunjukkan oleh 4.24



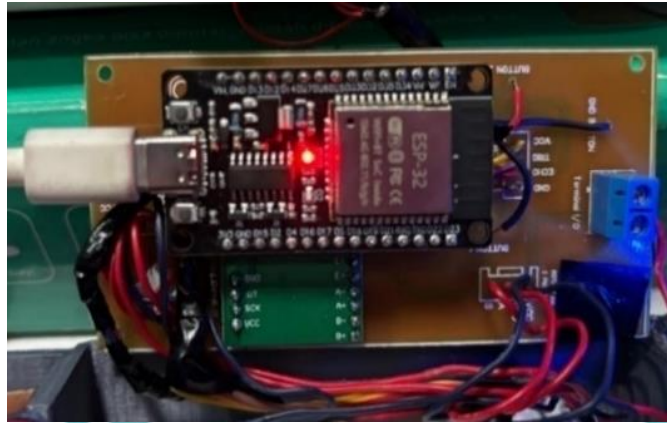
Gambar 4.24 Menyiapkan laptop yang telah terinstall Arduino IDE

2. Memastikan ESP32 dan telah dikalibrasi dengan benar agar sensor bekerja dengan baik.
3. Menghubungkan laptop dengan kabel USB yang sudah terhubung dengan ESP32. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.25



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.25 Menghubungkan kabel USB ke ESP32

4. *Upload sketch* Arduino IDE dengan ESP32 .
5. Menjalankan *sketch* program pada Arduino IDE
6. Mencatat nilai hasil pengujian antropometri akurat. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.26



Gambar 4.26 Pengujian sistem antropometri

4.7.6 Hasil pengujian

Setelah melakukan pengujian dari seluruh sensor pada alat antropometri maka di dapatkan hasil seperti pada Tabel 4.8 yang merupakan hasil dari pengujian dengan menggunakan objek beban yang berbeda beda.

Tabel 4. 8 Hasil pengujian sistem antropometri

Nama	Usia	Timbangan referensi	Timbangan antropometri
bayi			



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Rayyan	10 bulan	Berat : 7.9 kg Tinggi : 69.3 cm Diameter: 42.5 cm	Berat : 8.1 kg Tinggi : 70 cm Diameter : 43 cm
Amar	15 bulan	Berat : 8.8 kg Tinggi : 68 cm Diameter : 49.8 cm	Berat : 9.1 kg Tinggi : 67 cm Diameter:50.2 cm
Arga	12 bulan	Berat : 7 kg Tinggi : 78 cm Diameter : 42.1 cm	Berat : 7.15 kg Tinggi : 78 cm Diameter 42.1 cm
Kenzi Jaya	3 bulan	Berat : 6.63 kg Tinggi : 61 cm Diameter : 38 cm	Berat : 5.58 kg Tinggi : 60.5 cm Diameter:36.7 cm
Kireyna	16 bulan	Berat : 11.4 kg Tinggi : 78 cm Diameter : 52.2 cm	Berat : 12.7 kg Tinggi : 78.5 cm Diameter:50.8 cm
Kanaka	6 bulan	Berat : 6.65 kg Tinggi : 65 cm Diameter : 40.5 cm	Berat : 7.2 kg Tinggi : 64.2 cm Diameter : 41 cm
Shaura	7 bulan	Berat : 7.35 kg Tinggi : 67 cm Diameter : 41.2 cm	Berat : 7.48 kg Tinggi : 67.6 cm Diameter:43.5 cm
Husein	6 bulan	Berat : 7 kg Tinggi : 78 cm Diameter : 40.8 cm	Berat : 6.8 kg Tinggi : 77.6 cm Diameter:41.2 cm
Raina	2 bulan	Berat: 5.68 kg Tinggi : 56 cm Diameter : 33.6 cm	Berat : 5.50 kg Tinggi : 56.8 cm Diameter 35.8 cm
Ikomang	8 bulan	Berat : 11.6 kg Tinggi : 70 cm Diameter : 42.3 cm	Berat : 11.5 kg Tinggi : 69.8 cm Diameter:42.6 cm

Berdasarkan Tabel 4.8 setelah melakukan pengujian dari keseluruhan dilakukan nya maka dapat untuk mengetahui ke keshalahan (*error*) dan ke akurasion dari hasil alat antropometri yang telah di realisasikan dapat di lakukan dengan persamaan (2.1) dan persmaan (2.2) digunakan untuk berat badan. Persamaan (2.3) dan persamaan (2.4) digunakan untuk tinggi badan. Persamaan (2.5) dan persamaan (2.6) digunakan untuk lingkak kepala :



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\text{Nilai error \%} = \left(\frac{\text{Nilai pembacaan sensor} - \text{Nilai referensi}}{\text{Nilai referensi}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai error} = \left(\frac{8,1 - 7,9}{7,9} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nilai error} = 2,53\%$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - \text{Nilai error}$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - 2,53\%$$

$$\text{Akurasi} = 97,47\%$$

Pada hasil pengujian untuk berat badan menggunakan persamaan (2.1) dan persamaan (2.2) mendapatkan persentase akurasi timbangan adalah sekitar 97,47%

$$\text{Nilai error \%} = \left| \frac{\text{jarak sebenarnya} - \text{jarak yang terbaca}}{\text{jarak yang terbaca}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Error \%} = \left| \frac{70,0 - 69,3}{69,3} \right| \times 100\%$$

$$\text{Error \%} = 1,01\%$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - \text{Nilai error}$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - 1,01\%$$

$$\text{Akurasi} = 98,99\%$$

Pada hasil pengujian untuk tinggi badan menggunakan persamaan (2.3) dan persamaan (2.4) mendapatkan persentase akurasi timbangan adalah sekitar 98,99%

$$\text{Nilai error \%} = \left| \frac{\text{diameter yang dibaca} - \text{diameter referensi}}{\text{diameter referensi}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Error \%} = \left| \frac{43,0 - 42,5}{42,5} \right| \times 100\%$$

$$\text{Error \%} = 1,18 \%$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - \text{Nilai error}$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - 1,18\%$$

$$\text{Akurasi} = 98,82\%$$

Pada hasil pengujian untuk diameter lingkaran kepala menggunakan persamaan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(2.5) dan persamaan (2.6) mendapatkan persentase akurasi timbangan adalah sekitar 98,82%

Pengujian sistem keseluruhan ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat dapat mengukur berat badan, tinggi badan, dan lingkaran kepala secara bersamaan dengan akurat. Selain itu, pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah data hasil pengukuran berhasil dikirim dan disimpan ke database. Agar performa alat dapat dinilai secara nyata, pengujian ini menggunakan data langsung dari hasil pengukuran yaitu Bayi Rayyan.

Pada pengukuran berat badan menggunakan sensor *load cell*, berat asli Bayi Rayyan menurut timbangan referensi adalah 7,90 kg. Sementara itu, alat antropometri yang dibuat membaca berat sebesar 8,10 kg. Hal ini menunjukkan adanya selisih pengukuran sebesar 0,20 kg, yang berarti nilai kesalahan (*error*) sensor sebesar 2,53% dan tingkat akurasinya mencapai 97,47%.

Pada pengukuran tinggi atau panjang badan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, hasil pembacaan alat adalah 70,00 cm, sedangkan panjang asli bayi berdasarkan meteran manual adalah 69,30 cm. Dari hasil tersebut, terdapat selisih pengukuran sebesar 0,70 cm. Angka ini menunjukkan nilai kesalahan (*error*) sebesar 1,01% dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu 98,99%.

Sementara itu, untuk pengukuran lingkaran kepala menggunakan alat ukur *rotary encoder*, alat membaca nilai sebesar 43,00 cm, sedangkan hasil pengukuran meteran manual adalah 42,50 cm. Selisih yang didapatkan dari pengukuran ini adalah sebesar 0,50 cm, dengan nilai kesalahan (*error*) sebesar 1,18% dan tingkat akurasi akhir mencapai 98,82%.

Secara keseluruhan, hasil pengujian pada Bayi Rayyan membuktikan bahwa alat berfungsi dengan sangat baik, dengan nilai rata-rata akurasi total sistem mencapai 98,43%. Sedikit perbedaan angka antara alat dan alat ukur manual dapat dianggap wajar. Hal ini disebabkan oleh gerakan aktif bayi serta hentakan kecil saat bayi diletakkan di atas bak alat antropometri. Meskipun selisih angka tersebut masih berada di bawah batas toleransi kesalahan yang aman untuk alat medis.

Selain pengujian pada alat, sistem pengiriman data juga berjalan sukses. Semua data angka yang muncul pada layar LCD terbukti sama persis dan berhasil terkirim



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

langsung ke database Firebase tanpa ada data yang hilang.

4.8 Pengujian Return loss dan VSWR Antena WiFi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai return loss dan VSWR dari antenna orbit yang digunakan oleh alat antropometri

4.8.1 Deskripsi pengujian

Pengujian karakteristik antena merupakan tahapan penting untuk mengetahui tingkat efisiensi dan performa antena WiFi yang digunakan dalam memancarkan serta menerima sinyal pada frekuensi kerja yang telah ditentukan.

4.8.2 Tujuan Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai parameter *Return Loss* dan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) antena WiFi menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA) dengan frekuensi kerja 2,4 GHz yang telah ditentukan dari frekuensi bawaan modem WiFi yang digunakan.

4.8.3 Alat alat yang dibutuhkan

Untuk melakukan pengujian parameter antenna yang dibutuhkan yaitu :

1. Antena *Omnidirectional* 2,4 GHz
2. Vector network analyzer
3. Kabel koaksial RG 58 impedansi 50 Ohm
4. Konektor female to BNC
5. Laptop

4.8.4 Set up alat

Pengaturan alat dilakukan dengan menghubungkan antena WiFi pada ke perangkat alat ukur (*Network Analyzer*) untuk mengukur nilai parameter VSWR dan *return loss*. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.27 dan Gambar 4.28

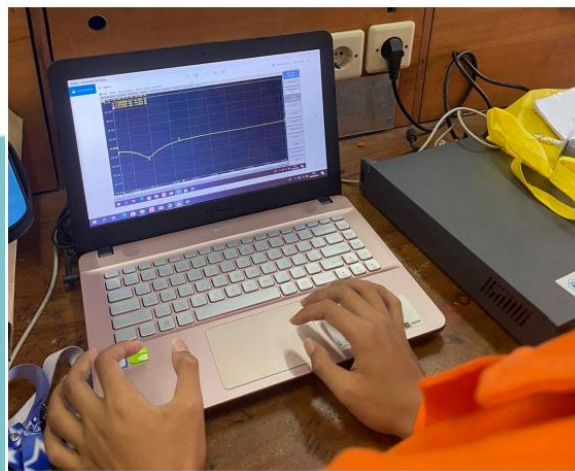


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.27 Menghubungkan antenna WiFi ke perangkat VNA



Gambar 4.28 Pengujian antenna WiFi

4.8.5 Proses pengujian

Proses pengujian yang dilakukan untuk pengujian Return loss dan VSWR adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan antenna *Omnidirectional* bawaan dari modem untuk dilakukan pengujian.
2. Menyiapkan VNA sebagai alat ukur untuk mengukur return loss dan VSWR.
3. Melakukan kalibrasi pada VNA
4. Menentukan range frekuensi kerja yang akan ditampilkan pada *vector network analyzer*
5. Menghubungkan kabel coaxial 50 Ohm dengan salah satu port yang ada pada VNA.
6. Menampilkan nilai parameter return loss dan VSWR dengan memilih *Log Mag* dan SWR pada menu Format



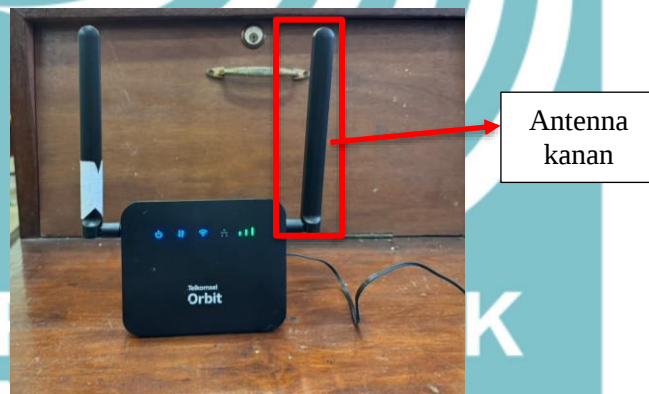
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Melihat frekuensi kerja dengan mengatur tumbol marker pada titik frekuensi.
8. Menyimpan data hasil pengukuran *return loss* dan SWR pada menu save image.

4.8.6 Hasil pengujian

Pengukuran VSWR dan return loss pada kedua antenna *omnidirectional* pada modem orbit yang digunakan untuk mengukur perbandingan antara gelombang yang dipantulkan dan gelombang yang akan dikirim. Gelombang pantul terjadi akibat adanya impedansi antara beban. Sedangkan, saluran transmisi mengalami ketidaksesuaian. Hasil pengukuran *return loss* pada antenna kanan modem orbit dapat dilihat dengan memilih menu *Log Mag* seperti pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.29



Gambar 4. 29 Posisi antenna kanan

Pada Gambar 4.29 merupakan tampilan modem orbit dengan posisi bagian kiri. Sehingga hasil pengukuran di dapatkan seperti pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil pengujian pada antenna kanan

Anntena	VSWR	Return loss (dB)
2.4 Ghz	1.12	-27.21
2.46 Ghz	1.25	-19.28
3.1 Ghz	3.68	-4.78

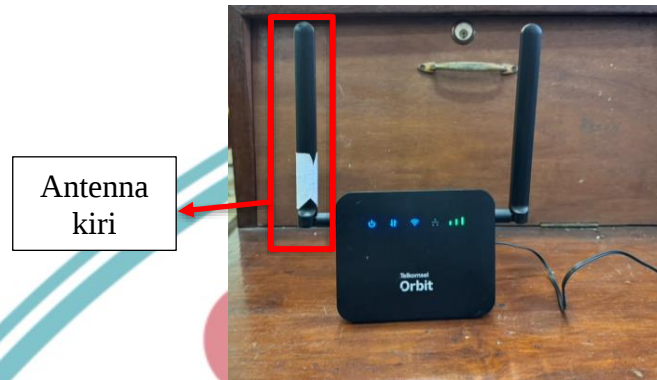
Pada Tabel 4.9 dan Gambar 4.29 merupakan hasil pengukuran VSWR dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

return loss pada antenna modem orbit sisi kanan. Pengujian tersebut dilakukan dengan frekuensi kerja yang berbeda beda untuk mengetahui di frekuensi kerja manakah hasil yang terbaik.



Gambar 4.30 Posisi antenna kiri

Pada Gambar 4.30 merupakan tampilan modem orbit dengan posisi bagian kiri. Sehingga hasil pengukuran di dapatkan seperti pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil pengukuran pada antenna kiri

Anntena	VSWR	Return loss (dB)
2.4	1.46	-12.17
2.46	1.59	-12.33
3.1	2.89	-6.30

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA), karakteristik parameter *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) dan *Return Loss* (S11) dari kedua antenna diperoleh seperti pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3. Data frekuensi kerja utama untuk Modem Orbit pada frekuensi 2,4 GHz dan 2,46 GHz, kedua parameter tersebut terbukti sangat stabil dan sudah masuk ke dalam nilai standar ideal. Hal ini berarti antenna memiliki efisiensi yang sangat tinggi untuk memancarkan sinyal internet 4G LTE ke tower BTS terdekat. Hampir seluruh daya sinyal berhasil disalurkan menjadi gelombang di udara dan hanya sedikit sekali sinyal yang memantul balik merugikan perangkat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Meskipun pada data sempat terjadi pergeseran nilai pada frekuensi 3,1 GHz, hal tersebut dikategorikan wajar dan tidak mengganggu fungsi alat karena frekuensi tersebut di luar frekuensi kerja utama Modem Orbit. Munculnya deviasi ini biasanya dipengaruhi oleh tiga faktor teknis di lapangan. Pertama, kondisi lingkungan laboratorium yang terbuka, sehingga memicu pemantulan gelombang dari objek di sekitar antenna. Kedua, adanya redaman (*insertion loss*) dan pantulan tambahan akibat penggunaan kabel penghubung (*pigtail*) serta konektor adaptor saat dihubungkan ke port VNA. Ketiga, adanya faktor toleransi dari pabrik pembuatan antenna yang sedikit menggeser titik kepresisian antenna.

4.9 Pengujian RSSI

Pengujian ini dilakukan karena kekuatan sinyal pasti akan melemah jika jarak antara alat dan modem semakin jauh. Dengan adanya bagian ini, kita bisa tahu berapa jarak paling pas dan aman agar alat tetap bisa mengirim data dengan cepat tanpa putus koneksi.

4.9.1 Deskripsi pengujian

Pengujian RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) ini dilakukan untuk mengukur seberapa kuat modul Wi-Fi pada ESP32 bisa menangkap sinyal dari modem orbit yang digunakan pada jarak-jarak tertentu. Proses pengujian, dilakukan dengan cara memindahkan posisi alat modem secara bertahap. Dari sini akan mendapatkan data kekuatan sinyal yang nantinya menjadi acuan untuk menentukan batas jarak terjauh paling aman agar alat tetap bisa mengirim data tanpa terputus.

4.9.2 Tujuan Pengujian

Pada pengujian ini bertujuan untuk melihat seberapa kuat tangkapan sinyal Wi-Fi pada alat antropometri yang dirancang. Pengujian ini penting untuk mengetahui apakah data hasil pengukuran dari ESP32 dapat dikirim ke Firebase dengan lancar tanpa ada nya *packet loss* karena masalah sinyal.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.9.3 Alat alat yang dibutuhkan

Berikut merupakan alat alat yang digunakan untuk dilakukan nya pengujian

RSSI :

1. Laptop
2. Modem
3. Sim card

4.9.4 Set up alat

Set up pengujian dilakukan untuk menentukan jarak tertentu dari modem WiFi. Nilai kekuatan sinyal akan diamati langsung melalui *serial monitor* laptop untuk menguji kestabilan koneksi nirkabel. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar

4.31



Gambar 4.31 Set up modem

4.9.5 Proses pengujian

Proses pengujian yang dilakukan untuk pengujian RSSI sebagai berikut:

1. Mengubungkan laptop dengan jaringan orbit
2. Menghubungkan program Arduino dengan jaringan orbit
3. Membuka serial monitor untuk mengetahui hasil RSSI
4. Mencatat hasil pengujian dari serial monitor yang ditampilkan

4.9.6 Hasil pengujian

Setelah melakukan pengujian untuk mengetahui batas jarak yang dapat digunakan untuk alat antropometri di dapatkan nya hasil seperti pada Tabel 4.11



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 11 Hasil pengujian RSSI

Jarak	Kekuatan sinyal	Keterangan
1 Meter	-37 dBm	Sangat bagus
3 Meter	-50 dBm	Sangat bagus
5 Meter	-60 dBm	Bagus
10 Meter	-71 dBm	Lemah

Pada Tabel 4.11 merupakan hasil dari pengukuran RSSI dengan menggunakan modem orbit untuk mengetahui seberapa jauh jangkauan internet yang dapat membantu ESP32 dalam mengirim data menuju Firebase. Hasil berikut disesuaikan dengan standar TIPHON.

```
Kekuatan Sinyal (RSSI): -52 dBm | Kategori: Bagus (Stabil untuk Streaming)
Kekuatan Sinyal (RSSI): -53 dBm | Kategori: Bagus (Stabil untuk Streaming)
Kekuatan Sinyal (RSSI): -52 dBm | Kategori: Bagus (Stabil untuk Streaming)
Kekuatan Sinyal (RSSI): -54 dBm | Kategori: Bagus (Stabil untuk Streaming)
Kekuatan Sinyal (RSSI): -51 dBm | Kategori: Bagus (Stabil untuk Streaming)
Kekuatan Sinyal (RSSI): -51 dBm | Kategori: Bagus (Stabil untuk Streaming)
Kekuatan Sinyal (RSSI): -51 dBm | Kategori: Bagus (Stabil untuk Streaming)
Kekuatan Sinyal (RSSI): -53 dBm | Kategori: Bagus (Stabil untuk Streaming)
```

Gambar 4.32 Hasil pengujian RSSI

Pada Gambar 4.32 merupakan hasil yang didapatkan antara alat ESP32 dan Modem Orbit sangat memengaruhi bagus atau tidaknya sinyal internet. Pada jarak dekat (1–3 meter), nilai RSSI berkisar antara -37 dBm sampai -50 dBm. Sinyal di posisi ini masuk kategori Sangat Bagus, sehingga proses kirim data dari alat ke Firebase berjalan sangat cepat tanpa ada data yang hilang di jalan.

Sebaliknya, pada saat jaraknya dijauhkan sampai 10 meter, sinyalnya langsung drop ke -71 dBm (Kategori Lemah). Penurunan ini terjadi karena sinyal wifi memang akan melemah kalau jaraknya makin jauh atau terhalang tembok. Supaya alat ini bisa terus mengirim data dengan lancar tanpa putus koneksi, disarankan jarak maksimal antara alat dengan modem tidak lebih dari 5 meter.

4.10 Pengujian QoS

Pengujian *Quality of Service* (QoS) dilakukan untuk mengukur kualitas dan performa jaringan internet lokal pada sistem alat antropometri. Parameter yang diuji meliputi *packet loss*, *delay*, dan *throughput* guna memastikan data hasil



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengukuran terkirim ke database Firebase secara cepat dan akurat menggunakan software *Wireshark*.

4.10.1 Deskripsi pengujian

Pengujian *Quality of Service* (QoS) merupakan tahapan untuk mengukur performa, kecepatan, dan kestabilan jaringan Wi-Fi pada saat pengiriman data antropometri bayi dilakukan. Pada pengujian ini, mikrokontroler ESP32 dikoneksikan ke jaringan internet melalui Modem Orbit nirkabel.

4.10.2 Tujuan Pengujian

Bertujuan untuk memastikan bahwa paket data hasil pengukuran bayi benar-benar dapat terkirim ke database Firebase secara cepat, stabil, dan akurat tanpa adanya data yang hilang atau rusak di tengah jalan.

4.10.3 Alat – alat yang dibutuhkan

Alat – alat yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian QoS pada wireshark seperti berikut ini :

1. Menyiapkan laptop yang telah terinstall *Wireshark*
2. ESP32
3. Kabel USB mikro
4. Arduino IDE
5. Modem Wifi

4.10.4 Set up alat

Set up alat dilakukan untuk menentukan letak posisi sebagai pengujian, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.33



Gambar 4.33 Set up posisi modem dan alat antropometri



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.10.5 Prosedur pengujian

Prosedur dalam melakukan pengujian *Quality Of Service* seperti langkah berikut ini :

1. Menghubungkan laptop dengan koneksi Wifi yang digunakan oleh alat antropometri
2. Mengkoneksikan ESP32 ke laptop menggunakan kabel USB mikro.
3. Membuka Wireshark untuk memulai pengukuran QoS
4. Memilih bagian WiFi pada tampilan *Capture*
5. Mengamati data yang masuk lalu memilih stop untuk memberhentikan data yang masuk.
6. Memilih bagian *Statistic* lalu *Capture File Properties*.
7. Melakukan perhitungan pada setiap parameter.
8. Mencatat hasil pengukuran parameter QoS.

4.10.6 Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian QoS yang telah dilakukan pada masing masing parameter di dapatkan nya hasil seperti pada Tabel 4.12 berikut :

Tabel 4. 12 Hasil pengujian QoS

Parameter	Hasil pengujian
Throughput	1661 kbps
Packet loss	0 %
Delay	19,48 ms
Jitter	19,4 ms

Berdasarkan Tabel 4.12 hasil pengujian QoS didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan (2.7) untuk throughput, persamaan (2.8) untuk packet loss, persamaan (2.9) untuk delay dan persamaan (2.10) untuk jitter seperti berikut ini :

$$Throughput = \frac{140137}{84.356} \times 8$$

$$Throughput = 1661 \text{ kbps}$$

Berdasarkan hasil nilai *throughput* yang diperoleh selama proses transmisi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

data adalah sebesar 1661 kbps. Jika nilai ini disandingkan dengan standar indeks *throughput* TIPHON pada Tabel 2.7, nilai yang berada pada rentang 1200 – 2.1 Mbps menempatkan performa jaringan masuk ke dalam kategori Sangat baik. Kapasitas transmisi yang longgar ini menjamin bahwa *bandwidth* jaringan di lokasi Posyandu sangat mencukupi untuk mengirimkan data string parameter tumbuh kembang anak secara instan tanpa hambatan.

$$Packet\ loss = \frac{739 - 739}{739} \times 100\%$$

$$Packet\ loss = 0\%$$

Berdasarkan hasil persamaan menunjukkan nilai *packet loss* selama pengujian berada di angka 0 %. Merujuk pada standar kualitas *packet loss* ITU-T pada Tabel 2.8, persentase kehilangan paket sebesar 0% (berada di rentang 0% - 1%) menempatkan sistem komunikasi alat pada kategori Baik. Ketiadaan paket data yang hilang atau rusak, hal ini membuktikan tingkat keandalan dan stabilitas koneksi Wi-Fi pada ESP32 yang sangat optimal, sehingga seluruh data dari sensor tersimpan ke database Firebase secara utuh.

$$Delay = Timer\ 2 - Timer\ 1$$

$$Delay = 0,94662 - 0,9179$$

$$Delay = 0,02872$$

$$Rata\ rata\ delay = \frac{Total\ keseluruhan\ delay}{Jumlah\ paket}$$

$$Rata\ rata\ delay = \frac{14,3945}{739}$$

$$Rata\ rata\ delay = 0,01948\ s = 19,48\ ms$$

Berdasarkan nilai *delay* yang didapatkan dari hasil pengujian adalah sebesar 133,45 ms. Jika dibandingkan dengan parameter *delay* standar ITU-T pada Tabel 2.9, waktu respon transmisi dari alat antropometri menuju cloud database ini masuk ke dalam kategori Sangat bagus karena nilainya berada di bawah ambang batas maksimal < 150



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ms. Waktu tunda yang minim ini membuat proses pembaruan data pada sistem monitoring dapat berjalan secara responsif dan mendekati *real-time*.

$$Jitter = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total paket yang diterima}}$$

$$Jitter = \frac{14,3372}{739}$$

$$\text{Rata rata jitter} = 0,0194 \text{ s} = 19,4 \text{ ms}$$

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai rata-rata *jitter* sebesar 19,4 ms. Jika dirujuk pada standar indeks *jitter* ITU-T pada Tabel 2.10, nilai variasi *delay* yang berada di rentang 0 – 20 ms ini menempatkan performa jaringan pada kategori Baik. Kestabilan nilai *jitter* ini dipengaruhi oleh kondisi fluktuasi sinyal nirkabel (*wireless*) lokal yang relatif terjaga dengan baik pada saat pengambilan data.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**