

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Posyandu sebagai layanan kesehatan berbasis masyarakat memiliki peran strategis dalam pemantauan tumbuh kembang bayi dan balita, terutama melalui kegiatan pengukuran *antropometri* seperti berat badan dan panjang badan. Data hasil pengukuran tersebut menjadi dasar evaluasi pertumbuhan anak yang dilakukan oleh tenaga kesehatan [1]. Namun, sistem pencatatan yang masih dilakukan secara manual menyebabkan proses monitoring kurang efisien dan berpotensi menimbulkan kesalahan data. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang lebih terintegrasi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan. Teknologi *Internet of Things (IoT)* telah banyak diterapkan dalam bidang kesehatan untuk mendukung sistem monitoring secara *real time*, seperti pada pemantauan kondisi kesehatan pasien yang terhubung langsung dengan sistem digital [2].

Praktik pengukuran dan pencatatan data di banyak posyandu masih dilakukan secara manual, menyebabkan kualitas pencatatan data yang kurang sistematis, potensi kesalahan manusia, serta keterlambatan pelaporan yang dapat menghambat pengambilan keputusan program kesehatan masyarakat [3]. Selain itu, keterbatasan keterampilan kader posyandu dalam pengukuran *antropometri* masih menjadi tantangan dalam memperoleh data yang akurat, sehingga berdampak pada validitas penilaian status gizi balita [4].

Permasalahan tersebut juga terjadi di Desa Rambah Muda, Kecamatan Rambah Hilir, Kabupaten Rokan Hulu, khususnya pada Posyandu Sakura yang berada di wilayah kerja Puskesmas Rambah Hilir II. Posyandu ini secara rutin melaksanakan kegiatan pengukuran bayi dan balita sebagai upaya pencegahan masalah gizi seperti stunting. Namun, proses pengukuran panjang badan dan berat badan masih dilakukan secara terpisah menggunakan alat konvensional, serta hasilnya dicatat secara manual. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan tenaga gizi, diketahui bahwa hasil pengukuran tidak langsung tercatat dalam sistem, sehingga kader sering menggunakan media sementara seperti kertas kecil sebelum dipindahkan ke Buku KIA (Kesehatan Ibu dan Anak) dan buku *registrasi* posyandu. Proses pencatatan berulang ini meningkatkan risiko kesalahan data, seperti data hilang, tertukar, atau tidak tercatat dengan konsisten, sehingga kualitas data pertumbuhan anak menjadi kurang optimal.

Kondisi pencatatan manual ini berpotensi menimbulkan *human error*, seperti kesalahan penulisan angka, ketidakkonsistenan data dari periode ke periode, atau bahkan data yang menunjukkan penurunan tinggi badan yang secara biologis tidak mungkin terjadi. Kesalahan pencatatan tersebut mengurangi kualitas data tumbuh kembang anak dan dapat memengaruhi ketepatan pemantauan dan evaluasi oleh tenaga kesehatan.

Di sisi lain, berdasarkan standar *World Health Organization (WHO)*, pemantauan pertumbuhan bayi usia 0 sampai 24 bulan merupakan fase krusial dalam 1000 Hari Pertama Kehidupan, yang memerlukan data *antropometri* yang akurat dan konsisten. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mendukung

proses pengukuran dan pencatatan data secara lebih efektif dan terintegrasi. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi berbasis *IoT* dapat membantu mengatasi permasalahan pencatatan manual dalam pengukuran *antropometri* anak.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi berbasis *IoT* dapat membantu mengatasi permasalahan pencatatan manual dalam pengukuran *antropometri* anak. Penelitian Menurut Tunggadewi et al [5] alat pengukur tinggi badan otomatis yang dilengkapi fitur deteksi stunting dapat membantu pemantauan pertumbuhan anak secara lebih cepat dan efisien. Penelitian tersebut menjadi salah satu dasar pengembangan alat *antropometri* digital untuk mendukung deteksi dini stunting.

Pemanfaatan *Internet of Things (IoT)* dalam bidang kesehatan memungkinkan tenaga medis melakukan pemantauan kondisi pasien secara real-time tanpa harus berada di lokasi yang sama dengan pasien, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan dan mempermudah akses layanan medis di berbagai wilayah[6]. Selain itu, penelitian mengenai sistem pengukuran *antropometri* digital yang menggunakan sensor *load cell* juga menunjukkan bahwa prototipe alat tersebut dapat digunakan untuk mempermudah proses pengukuran berat dan tinggi badan, serta memudahkan penyimpanan data secara otomatis di perangkat digital [7].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pembangunan alat pengukuran *antropometri* bayi usia 0–24 bulan berbasis yang terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW* menggunakan konsep *Internet of*

Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk mengukur berat badan dan panjang badan bayi dalam posisi telentang serta mengirimkan data hasil pengukuran secara otomatis ke dalam *database SMARTGROW*, sehingga diharapkan dapat meningkatkan akurasi, konsistensi, dan kualitas data pertumbuhan bayi. Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis akan merancang dan membangun sebuah alat dengan judul: **“Rancang Bangun Alat Pengukuran Antropometri Bayi Terintegrasi Dengan Aplikasi *Smartgrow* Menggunakan Konsep *Internet Of Things (IoT)*”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat disimpulkan rumusan masalah yang akan menjadi pembahasan penulis yaitu: “Bagaimana merancang dan membangun Alat Pengukuran *Antropometri* Bayi Terintegrasi Dengan Aplikasi *SMARTGROW* Menggunakan Konsep *Internet of Things (IoT)*?”

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun Alat Pengukuran *Antropometri* Bayi Terintegrasi dengan Aplikasi *SMARTGROW* Menggunakan Konsep *Internet of Things*

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan suatu masalah pada penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah agar lebih terfokus dan terarah. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Alat digunakan untuk mengukur berat badan dan panjang badan bayi.

2. Pengukuran panjang badan dilakukan dengan posisi telentang sesuai kapasitas prototipe yang dikembangkan.
3. Sensor *load cell* yang digunakan memiliki kapasitas maksimum 20 kg.
4. Data pengukuran hanya dikirim ke aplikasi *SMARTGROW*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat Penelitian ini dapat menambah referensi mengenai penerapan Internet of Things dalam sistem pengukuran antropometri bayi dan digitalisasi data posyandu. Serta Bagi kader posyandu, alat ini membantu mempercepat proses pengukuran dan pencatatan data. Bagi tenaga kesehatan, sistem ini memudahkan pemantauan data pertumbuhan anak secara digital. Bagi peneliti selanjutnya, sistem ini dapat dikembangkan dengan fitur analisis status gizi berdasarkan standar WHO.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Engineering Design Process (EDP)*. untuk mengembangkan alat pengukuran *antropometri* bayi yang terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW*. Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. *Define* (Identifikasi Masalah)

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada proses pengukuran dan pencatatan data *antropometri* bayi di posyandu. Pada tahap ini peneliti melakukan observasi terhadap kegiatan penimbangan balita serta proses pencatatan data yang masih dilakukan secara manual.

2. *Ask* (Analisis Permasalahan)

Pada tahap ini peneliti menganalisis penyebab permasalahan yang terjadi serta menentukan kebutuhan sistem yang diperlukan. Pengumpulan informasi dilakukan melalui observasi kegiatan posyandu dan wawancara dengan tenaga gizi untuk mengetahui kendala dalam proses pengukuran dan pencatatan data pertumbuhan anak.

3. *Imagine* (Perancangan Konsep Solusi)

Tahap ini merupakan proses merumuskan solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi. Dalam penelitian ini solusi yang dirancang adalah pengembangan alat *antropometri* digital berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW* sehingga proses pengukuran dan pencatatan data dapat dilakukan secara otomatis dan tersimpan secara digital.

4. *Plan* (Perencanaan Sistem)

Pada tahap ini proses perencanaan desain sistem yang akan dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem, flowchart sistem, serta rancangan antarmuka aplikasi *SMARTGROW* sebagai gambaran awal sistem yang akan dibangun.

5. *Prototype* (Pembuatan Prototipe)

Tahap ini merupakan proses pembuatan prototipe awal sistem berdasarkan desain yang telah dirancang. Proses ini meliputi perakitan perangkat keras seperti *sensor load cell 20 kg*, *modul HX711*, *mikrokontroler ESP8266*, serta integrasi dengan aplikasi *SMARTGROW*.

6. *Test* (Pengujian Sistem)

Pada tahap ini prototipe yang telah dibuat diuji untuk mengetahui apakah sistem telah berfungsi sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan untuk memastikan alat dapat melakukan pengukuran serta mengirimkan data ke aplikasi dengan baik, dan aplikasi juga dapat digunakan dengan baik.

7. *Improve* (Penyempurnaan Sistem)

Tahap terakhir, Tahap improve merupakan proses evaluasi dan penyempurnaan sistem berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Perbaikan dilakukan pada bagian perangkat keras maupun perangkat lunak hingga diperoleh alat *antropometri* digital yang optimal dan siap digunakan sebagai sistem pencatatan data pertumbuhan anak secara digital.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari skripsi ini terdiri dari enam bagian utama sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori-teori yang digunakan dalam penelitian, termasuk *Internet of Things (IoT)*, sensor pengukuran *antropometri*, dan aplikasi *SMARTGROW*, serta referensi penelitian sebelumnya yang relevan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian menggunakan metode *Engineering Design Process* merupakan metode dalam penelitian rekayasa yang digunakan untuk merancang, mengembangkan, serta mengevaluasi suatu produk teknologi secara sistematis melalui beberapa tahapan yang saling berhubungan.

BAB 4 ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini memaparkan analisis kebutuhan, perancangan alat pengukuran *antropometri* bayi, desain integrasi dengan *SMARTGROW*, *diagram* blok sistem, dan flowchart alur kerja alat dan aplikasi.

BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi hasil implementasi prototipe alat, pengujian fungsi alat, akurasi pengukuran berat dan panjang badan bayi, serta evaluasi pengiriman data otomatis ke aplikasi *SMARTGROW*.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi rangkuman dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran untuk pengembangan sistem alat penelitian selanjutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem

Sistem pada dasarnya merupakan suatu kesatuan elemen atau komponen yang saling berinteraksi dan bekerja bersama mencapai tujuan tertentu. Komponen-komponen itu bisa berupa entitas manusia, proses, teknologi, data, maupun aturan yang membentuk suatu struktur yang koheren. Misalnya dalam organisasi, sebuah sistem operasional akan melibatkan *input* (sumber daya), proses *transformasi*, *output* (produk/jasa) dan feedback agar tujuan tercapai secara optimal. Pendekatan teori sistem menyebut bahwa suatu sistem memiliki batasan (*boundary*), lingkungan eksternal yang mempengaruhi (*environment*), serta hubungan timbal-balik antara bagian dalam dan luar sistem. Sebagai contoh, penelitian oleh Heryana yang tertuang dalam “Teori dan Jenis Sistem” menyatakan bahwa sistem terdiri dari komponen-komponen yang saling terkait yaitu *input*, proses, *output*, dan mendapat umpan balik (*feedback*) agar tujuan sistem dapat dicapai secara efektif [8].

Sistem adalah kumpulan elemen atau komponen yang saling berinteraksi dan bekerja bersama untuk mencapai tujuan tertentu. Sistem informasi adalah kumpulan alat atau fasilitas teknologi yang berbeda, media, kontrol, dan prosedur yang dimaksudkan untuk memfasilitasi proses transaksi yang spesifik dan rutin, serta mengatur jaringan komunikasi yang signifikan [9]. Sistem yang dirancang dengan baik harus memiliki keterpaduan antara komponen manusia, teknologi, dan prosedur kerja agar mampu menghasilkan output yang sesuai dengan tujuan organisasi[10]. Sistem yang tidak terintegrasi dengan baik berpotensi menimbulkan

inefisiensi dan kesalahan dalam proses pengolahan data

2.2 Informasi

Informasi adalah hasil dari pengolahan data yang dikumpulkan dan diubah menjadi sesuatu yang lebih berguna bagi penerimanya, baik dalam bentuk tulisan maupun gambar. Menurut Ahmad dan saputra informasi adalah segala sesuatu yang dibutuhkan manusia untuk menambah wawasan, memperbarui pengetahuan, dan sebagai bahan beropini [11]. Informasi dapat ditemukan dalam berbagai *format* dan bentuk, baik itu di media cetak maupun media online.

Informasi yang berkualitas harus memenuhi beberapa kriteria utama, yaitu akurat, relevan, tepat waktu, dan dapat dipercaya. Informasi yang tidak memenuhi kriteria tersebut berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pengambilan keputusan, terutama dalam bidang yang membutuhkan ketelitian tinggi seperti sistem informasi dan layanan kesehatan [12]. Oleh karena itu, proses pengolahan data menjadi informasi harus dilakukan secara sistematis dan terstruktur agar informasi yang dihasilkan benar-benar bermanfaat bagi pengguna.

Informasi memiliki nilai strategis dalam organisasi karena berfungsi sebagai dasar perencanaan, pengendalian, dan evaluasi kinerja. Informasi yang disajikan secara jelas dan mudah dipahami akan membantu pengguna dalam memahami kondisi yang sedang terjadi. Dalam konteks sistem informasi berbasis *web*, penyajian informasi yang cepat dan akurat menjadi faktor penting dalam meningkatkan efektivitas layanan dan kepuasan pengguna [13].

2.3 Sistem Informasi

Sistem informasi merupakan kumpulan komponen yang saling terhubung

teknologi, manusia, proses, dan data yang bersama-sama berfungsi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, serta mendistribusikan informasi guna menunjang pengambilan keputusan dalam organisasi [14]. Konsep ini menunjukkan bahwa data mentah bukanlah hasil akhir; melalui *processing* yang tepat, data menjadi informasi yang berguna bagi pengelola sistem dan pengguna organisasi.

Untuk mendukung lancarnya suatu sistem informasi dibutuhkan beberapa komponen yang fungsinya sangat vital didalam sistem informasi. Komponen-komponen sistem informasi tersebut yaitu:

1. *Input*

Input adalah semua data yang dimasukkan kedalam sistem informasi.

Dalam hal ini yang termasuk dalam *input* yaitu dokumen-dokumen, formulir-formulir, dan file-file.

2. *Proses*

Proses merupakan kumpulan prosedur yang akan memanipulasi *input* yang kemudian akan disimpan dalam bagian basis data dan seterusnya akan diolah menjadi suatu *output* yang akan digunakan oleh si penerima.

3. *Output*

Output merupakan semua keluaran atau hasil dari model yang sudah diolah menjadi suatu informasi yang berguna dan dapat dipakai penerima. Komponen ini akan berhubungan langsung dengan pemakai sistem informasi dan merupakan tujuan akhir dari pembuatan sistem informasi.

4. *Teknologi*

Teknologi merupakan bagian yang berfungsi untuk memasukkan *input*, mengolah *input* dan menghasilkan keluaran. Ada tiga bagian dalam teknologi meliputi perangkat keras, perangkat lunak, dan perangkat manusia.

5. Basis data

Basis data merupakan kumpulan data-data yang saling berhubungan satu dengan yang lain dan disimpan dalam perangkat keras komputer dan akan diolah menggunakan perangkat lunak.

6. Kendali

Kendali merupakan semua tindakan yang diambil untuk menjaga sistem informasi tersebut agar bisa berjalan dengan lancar dan tidak mengalami gangguan. Komponen ini sangat penting agar sistem secara keseluruhan memiliki validasi dan integritas yang tinggi.

Sistem informasi merupakan sekumpulan komponen yang saling terintegrasi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi guna mendukung pengambilan keputusan, koordinasi, dan pengendalian dalam suatu organisasi [15]. Sistem informasi tidak hanya berfungsi sebagai alat pengolah data, tetapi juga sebagai sarana strategis yang membantu organisasi merespons perubahan lingkungan dan meningkatkan kinerja operasional melalui informasi yang relevan dan tepat waktu

Zulman et al. [16] juga menyatakan bahwa penerapan sistem informasi yang terintegrasi dapat meningkatkan efisiensi proses bisnis serta mengurangi kesalahan pengolahan data. Sistem informasi yang dirancang dengan baik mampu

menyatukan komponen input, proses, output, basis data, dan kendali dalam satu kesatuan yang saling mendukung, sehingga informasi yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi dan keandalan yang tinggi. Dalam konteks sistem informasi berbasis *web*, integrasi tersebut menjadi faktor penting dalam mendukung pelayanan yang cepat dan efektif.

2.4 Posyandu

Posyandu (Pos Pelayanan Terpadu) merupakan upaya kesehatan berbasis masyarakat yang berperan penting dalam pelayanan kesehatan ibu dan anak, terutama dalam pemantauan pertumbuhan dan perkembangan balita. Posyandu menjadi garda terdepan dalam kegiatan promotif dan preventif di tingkat desa. Menurut Undaan dan Kudus [17] posyandu memiliki peran strategis dalam pencegahan stunting melalui pemantauan tumbuh kembang balita secara rutin serta pencatatan data gizi anak.

Penelitian oleh Mulyana et al. [18] juga menjelaskan bahwa optimalisasi peran posyandu dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan teknologi informasi yang membantu kader dalam pencatatan data balita secara lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan pencatatan manual. Pemanfaatan teknologi informasi juga mampu mengurangi kesalahan pencatatan serta mempermudah penyimpanan dan pengelolaan data kesehatan balita.

Penerapan sistem informasi posyandu berbasis *web* mampu meningkatkan efisiensi kerja kader serta mempermudah integrasi data antara posyandu dan puskesmas. Integrasi data tersebut memungkinkan tenaga kesehatan memperoleh

informasi tumbuh kembang balita secara lebih cepat dan akurat sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan dalam pelayanan kesehatan anak.

2.5 Buku KIA (Kesehatan Ibu dan Anak)

Buku Kesehatan Ibu dan Anak (KIA) merupakan media pencatatan kesehatan yang digunakan untuk memantau kondisi ibu sejak masa kehamilan hingga tumbuh kembang anak usia balita. Buku KIA berfungsi sebagai sarana edukasi, komunikasi, serta dokumentasi pelayanan kesehatan bagi ibu dan anak. Di dalam buku ini terdapat informasi mengenai pemeriksaan kehamilan, imunisasi, status gizi, pemantauan berat badan dan tinggi badan anak, serta deteksi dini gangguan pertumbuhan dan perkembangan anak. Penggunaan Buku KIA di Indonesia mulai diterapkan secara nasional sejak tahun 2006 dan terus diperbarui sesuai kebutuhan pelayanan kesehatan masyarakat.

Buku KIA memiliki peran penting dalam mendukung pemantauan tumbuh kembang balita, terutama dalam upaya pencegahan stunting dan masalah gizi lainnya. Melalui pencatatan *antropometri* secara berkala, tenaga kesehatan dan orang tua dapat mengetahui kondisi pertumbuhan anak secara lebih cepat dan akurat. Selain itu, Buku KIA juga menjadi alat edukasi bagi orang tua mengenai pola asuh, pemberian gizi, imunisasi, dan stimulasi perkembangan anak sesuai usia. Pemanfaatan Buku KIA yang optimal terbukti dapat meningkatkan pengetahuan ibu terkait kesehatan dan perkembangan anak [19].

Dalam pelayanan posyandu dan puskesmas, Buku KIA digunakan sebagai pedoman utama dalam pencatatan data kesehatan anak. Data yang dicatat meliputi berat badan, panjang atau tinggi badan, lingkaran kepala, status imunisasi, serta

riwayat kesehatan anak. Informasi tersebut sangat penting untuk mendeteksi secara dini adanya gangguan pertumbuhan maupun keterlambatan perkembangan anak. Oleh karena itu, Buku KIA tidak hanya berfungsi sebagai dokumen kesehatan, tetapi juga sebagai alat deteksi dini dan pengambilan keputusan dalam pelayanan kesehatan ibu dan anak [20].

2.6 Pengukuran

Pengukuran merupakan proses untuk memperoleh nilai kuantitatif dari suatu objek atau fenomena menggunakan alat ukur tertentu yang telah ditetapkan standarnya. Dalam konteks kesehatan, khususnya *antropometri* bayi, pengukuran bertujuan untuk mendapatkan data fisik seperti berat badan dan panjang atau tinggi badan secara akurat untuk digunakan sebagai dasar penilaian pertumbuhan dan status gizi anak. Metode pengukuran manual yang masih banyak digunakan di posyandu berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, baik akibat keterbatasan alat maupun ketidaktepatan pembacaan skala, yang pada akhirnya dapat memengaruhi kualitas informasi yang dihasilkan. Dalam upaya meningkatkan akurasi dan efisiensi pengukuran, penelitian telah mengembangkan pendekatan digital untuk pengukuran *antropometri* yang terintegrasi dengan sistem informasi.

Salah satu contoh penerapan teknologi digital pada pengukuran *antropometri* adalah penelitian oleh Prayogi dan Ilmananda, yang merancang alat pengukur tinggi dan berat badan bayi berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan *sensor ultrasonik* dan *load cell* yang terhubung ke sistem penyimpanan cloud. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu menampilkan data tinggi dan berat badan bayi secara otomatis serta menyimpan hasilnya ke dalam basis data

tanpa perlu pencatatan manual [21].

Pengembangan dan pelatihan penggunaan sistem pengukuran *antropometri* digital kepada kader posyandu telah dilakukan untuk meningkatkan kemampuan kader dalam menggunakan alat digital tersebut. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan pelatihan dan penggunaan alat *antropometri* digital yang terintegrasi dengan aplikasi informasi kesehatan, kader dapat mengoperasikan alat dengan baik dan memperoleh data dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan pencatatan manual sebelumnya [22]. Dengan demikian, penggunaan alat pengukuran digital yang terhubung ke sistem informasi terbukti menjadi solusi untuk menghasilkan data *antropometri* yang lebih akurat, konsisten, dan cepat tersimpan di dalam basis data, yang sangat relevan untuk diterapkan pada sistem seperti *SMARTGROW*.

2.8 Antropometri

Antropometri adalah metode pengukuran yang digunakan untuk menilai ukuran dan proporsi tubuh manusia secara kuantitatif. Dalam konteks kesehatan anak dan balita, *antropometri* meliputi pengukuran seperti berat badan, panjang atau tinggi badan, lingkaran lengan, dan parameter tubuh lainnya yang digunakan untuk menilai status gizi dan pertumbuhan anak. Data *antropometri* menjadi bagian penting dalam memantau tumbuh kembang anak serta deteksi dini masalah gizi seperti gizi kurang, obesitas, atau stunting, karena hasil pengukuran dapat dibandingkan dengan standar pertumbuhan berdasarkan usia dan jenis kelamin.

Berbagai penelitian terkini menunjukkan bagaimana *antropometri* dipraktikkan dan divalidasi dalam pelayanan kesehatan anak di masyarakat. Putri et al. [23] menemukan bahwa akurasi dan presisi pengukuran *antropometri* balita

oleh kader Posyandu masih perlu ditingkatkan karena beberapa kader belum mencapai tingkat keakuratan yang baik dalam mengidentifikasi kasus stunting

Selain itu, penelitian yang mengimplementasikan *antropometri* digital di posyandu menunjukkan potensi teknologi dalam pengukuran *antropometri* anak secara otomatis dan real-time. Studi oleh Dhoni dan Puji [24] mengembangkan pendekatan digital *antropometri* yang terintegrasi dengan sistem *IoT* untuk memantau status gizi balita di Posyandu Balongdowo, yang membantu mengatasi beberapa keterbatasan pengukuran manual, seperti kesalahan input dan pencatatan data.

Selain penelitian di posyandu, studi tentang pengukuran status gizi pada anak usia dini juga menegaskan pentingnya *antropometri* dalam evaluasi nutrisi anak. Penelitian oleh Nurjihan et al. [25] menggunakan metode *antropometri* untuk mengukur dan menganalisis status gizi anak usia dini di lingkungan pendidikan, menegaskan bahwa pengukuran berat dan tinggi badan secara kuantitatif sangat penting untuk memahami aspek gizi anak secara menyeluruh.

Dari berbagai penelitian di atas, terlihat bahwa *antropometri* tidak hanya berfungsi sebagai alat ukur fisik, tetapi juga sebagai instrumen penting dalam penilaian status gizi dan pemantauan pertumbuhan anak di berbagai setting seperti posyandu, pusat kesehatan masyarakat, dan sekolah. Penggunaan *antropometri* yang tepat dan baik akan membantu tenaga kesehatan dan kader dalam mengidentifikasi masalah gizi sejak dini dan merencanakan intervensi yang sesuai. Karena itu, integrasi teknologi digital dalam pengukuran *antropometri*, seperti melalui sistem berbasis *IoT* atau perangkat digital lainnya, menjadi strategi penting

untuk meningkatkan akurasi, konsistensi, serta efisiensi pencatatan data *antropometri* pada layanan kesehatan dasar seperti posyandu.

2.8 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan perangkat fisik yang dilengkapi sensor dan koneksi internet untuk saling terhubung dan bertukar data secara otomatis, tanpa perlu campur tangan manusia secara langsung. Dalam penerapannya, *IoT* memanfaatkan jaringan internet dan sensor untuk mengumpulkan, mengirim, dan memproses data secara terus-menerus, sehingga sistem dapat memberikan informasi yang akurat dan cepat kepada pengguna atau aplikasi. Teknologi ini semakin banyak diterapkan pada berbagai sektor, termasuk di bidang kesehatan, karena kemampuannya dalam meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi kesehatan dan pencatatan data secara digital.

Penelitian yang dilakukan oleh Ngeo et al. [26] dalam Studi Literatur Penggunaan *Internet of Things (IoT)* dalam Sektor Kesehatan menunjukkan bahwa *IoT* dapat digunakan dalam berbagai aplikasi kesehatan seperti pemantauan kondisi pasien, pengelolaan data kesehatan, dan layanan jarak jauh, sehingga dapat mengurangi beban kerja tenaga kesehatan dan meningkatkan efisiensi sistem pelayanan

Selain itu, aplikasi *IoT* juga terbukti efektif dalam konteks layanan kesehatan masyarakat berbasis perangkat digital. Misalnya, implementasi digitalisasi timbangan balita berbasis *IoT* pada posyandu menunjukkan bahwa perangkat dapat mengirim data pengukuran secara otomatis ke aplikasi pencatatan, sehingga membantu kader posyandu dalam mempercepat pencatatan dan

mengurangi kesalahan manusia [27].

Dengan demikian, *Internet of Things* menjadi salah satu solusi teknologi penting yang mampu menghubungkan perangkat fisik dengan sistem informasi digital untuk mempermudah pencatatan data, pengolahan informasi, dan pemantauan kondisi secara cepat dan akurat aspek yang sangat relevan untuk diterapkan dalam sistem pencatatan *antropometri* bayi berbasis *SMARTGROW*.

2.9 SMARTGROW

SMARTGROW merupakan sistem informasi berbasis *web* yang dirancang untuk mendukung proses pencatatan dan pemantauan tumbuh kembang bayi dan balita secara digital. Sistem ini digunakan untuk menyimpan, mengelola, dan menampilkan data *antropometri* anak, seperti berat badan, panjang atau tinggi badan, usia, serta tanggal pengukuran. Kehadiran sistem seperti *SMARTGROW* bertujuan untuk membantu kader posyandu dan tenaga kesehatan dalam melakukan pencatatan data secara lebih rapi, konsisten, dan mudah diakses dibandingkan dengan pencatatan manual.

Islamy Sofyan [28] menyatakan bahwa digitalisasi pencatatan data kesehatan anak melalui aplikasi berbasis *web* dapat meningkatkan konsistensi dan keterandalan data, karena data tidak perlu ditulis ulang dari buku ke sistem lain. Hal ini mengurangi risiko kehilangan data serta memudahkan tenaga kesehatan dalam melakukan evaluasi pertumbuhan anak dari waktu ke waktu.

Dalam konteks penelitian ini, *SMARTGROW* dikembangkan sebagai sistem informasi yang terintegrasi langsung dengan alat pengukuran *antropometri*. Integrasi ini memungkinkan hasil pengukuran berat badan dan panjang badan bayi

dikirim secara otomatis ke dalam *database SMARTGROW* menggunakan konsep *Internet of Things (IoT)*. Menurut [29], integrasi alat ukur dengan sistem informasi kesehatan berbasis *web* mampu mengurangi human error dan meningkatkan efisiensi pencatatan data *antropometri* anak.

Dengan demikian, *SMARTGROW* berperan sebagai media pencatatan dan pemantauan digital yang mendukung pengelolaan data *antropometri* bayi dan balita secara terstruktur, akurat, dan berkelanjutan. Sistem ini menjadi komponen penting dalam penelitian karena berfungsi sebagai penghubung antara proses pengukuran otomatis menggunakan alat dan penyimpanan data hasil pengukuran ke dalam sistem informasi posyandu.

2.10 Blackbox

Blackbox adalah pendekatan pengujian perangkat lunak yang menilai fungsi sistem dari sudut pandang pengguna tanpa melihat atau menganalisis struktur internal, kode, atau arsitektur sistem. Metode ini memeriksa kesesuaian antara input yang diberikan dan output yang dihasilkan berdasarkan spesifikasi fungsional tujuan utamanya memastikan fitur bekerja sesuai kebutuhan dan persyaratan yang ditetapkan. Pendekatan ini sering digunakan ketika penguji tidak memiliki akses atau keahlian terhadap kode sumber sehingga fokusnya pada perilaku eksternal sistem [30].

Dalam praktiknya, *blackbox* testing menggunakan berbagai teknik seperti *equivalence partitioning*, *boundary value analysis*, dan *transition/testing sequence* untuk merancang kasus uji yang efektif; teknik-teknik tersebut membantu menemukan kesalahan fungsional, *input* yang tidak diantisipasi, dan kasus tepi

tanpa memeriksa implementasi internal. Karena berorientasi pada kebutuhan pengguna dan spesifikasi, metode ini bermanfaat untuk pengujian fungsional akhir (*system testing / acceptance testing*) serta memastikan pengalaman pengguna (*usability*) dan alur kerja utama berjalan dengan baik [31].

Kelebihan *blackbox* termasuk kemudahan pelaksanaan (penguji tidak harus paham bahasa pemrograman), efektivitas menemukan kesalahan fungsional dari perspektif pengguna, dan kemampuannya untuk digunakan sejak tahap pengujian fungsional akhir. Namun, kelemahannya adalah kemungkinan tidak menemukan bug yang terkait struktur internal (mis. memori, logika internal yang kompleks) serta kebutuhan untuk spesifikasi yang lengkap agar kasus uji bisa menyeluruh [32].

2.11 Modul Wifi ESP8266

ESP8266 merupakan *mikrokontroler* yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* dan telah dilengkapi dengan modul *Wi-Fi* terintegrasi dalam satu chip. Keunggulan utama *ESP8266* dibandingkan *mikrokontroler* konvensional seperti *Arduino* adalah kemampuannya dalam melakukan pemrosesan data sekaligus komunikasi jaringan tanpa memerlukan modul tambahan, menjadikan modul ini sangat sesuai digunakan dalam sistem berbasis *Internet of Things (IoT)*, khususnya pada aplikasi monitoring dan pengukuran digital dengan kebutuhan transmisi data secara *real-time*.

Dalam sistem *IoT*, *ESP8266* berfungsi sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor, memproses data hasil pengukuran, kemudian mengirimkannya ke server atau aplikasi berbasis *web* melalui jaringan *Wi-Fi*. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa *ESP8266* efektif digunakan dalam sistem monitoring berbasis

IoT. Misalnya dalam pemantauan tekanan darah *non-invasive*, di mana *mikrokontroler* ini dipakai untuk membaca data sensor dan mengirimkan informasi ke platform digital secara *real-time* [28] .

Studi lain juga menerapkan *ESP8266* untuk sistem monitoring konsumsi daya listrik secara *real-time* melalui koneksi *Wi-Fi* dan aplikasi *Blynk*, menunjukkan kestabilan jaringan dan kemampuan transmisi data sensor ke *platform* pengguna [34]. Selain itu, penelitian *prototipe* sistem monitoring kelembapan tanah berbasis *IoT* menyatakan *ESP8266* mampu mengirim data sensor dan mengontrol sistem secara *real-time* melalui platform *Thingspeak*, memperlihatkan fleksibilitasnya dalam aplikasi *IoT* yang memerlukan pembacaan dan pemantauan data secara terus-menerus [30] .

Berdasarkan dukungan hasil penelitian tersebut, *ESP8266* dinilai sesuai untuk digunakan dalam pengembangan sistem *SMARTGROW*. Pada penelitian ini, *ESP8266* berperan sebagai pengendali utama yang menerima data hasil pengukuran sensor *antropometri* seperti berat badan dan panjang badan bayi, kemudian mengirimkan data tersebut secara otomatis ke aplikasi *SMARTGROW* berbasis *web* melalui jaringan *Wi-Fi*. Dengan demikian, penggunaan *ESP8266* mendukung terciptanya sistem pengukuran *antropometri* yang terintegrasi, *real-time*, serta membantu meminimalkan kesalahan pencatatan data pada kegiatan posyandu.



Gambar 2. 1: Modul Wifi *ESP8266* [36]

2.12 *Load Cell 20 kg*

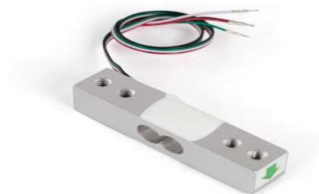
Load cell adalah sensor yang digunakan untuk mengukur berat badan dengan cara mengubah tekanan atau gaya pada sensor menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini kemudian diolah oleh modul penguat seperti *HX711*, sehingga data berat badan dapat dibaca oleh *mikrokontroler* seperti *ESP8266*. Untuk aplikasi *antropometri* bayi dan balita di posyandu, *load cell* dengan kapasitas 20 kg dipilih karena rentang berat badan anak pada usia 0 sampai 2 tahun umumnya berada di bawah 20 kg, sehingga sensor bekerja dalam rentang optimalnya dan dapat menghasilkan pembacaan yang stabil dan sensitif.

Penggunaan *load cell* dalam sistem timbangan digital berbasis *IoT* telah banyak diterapkan pada penelitian modern. Salah satu contoh penelitian yang relevan adalah penelitian tentang *Nutritional Status Collection Using Height and Weight Indicators at Posyandu Latalanyir Based on the Internet of Things*, yang mengembangkan alat ukur *antropometri* berbasis *IoT* menggunakan *load cell* dan modul *HX711* untuk pengukuran berat badan serta modul pengirim data dan hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi sensor berat dengan sistem *IoT* dapat

mempermudah pengumpulan serta penyimpanan data *antropometri* secara otomatis [28].

Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan oleh Ulyanida et al. [37] sistem *Automatization of Weight and Height Measurement Using Ultrasonic Sensors HC-SR04 and Load Cell* menunjukkan bahwa *load cell* yang terhubung ke modul *HX711* mampu memberikan pembacaan berat badan dengan tingkat akurasi yang baik (error sekitar 1,4 % dan akurasi 98,6 %) ketika diuji pada pengukuran berat dan tinggi badan secara otomatis. Penelitian ini menegaskan bahwa *load cell* dengan modul pendukung dapat menghasilkan data berat badan yang cukup akurat untuk alat ukur kesehatan berbasis *IoT*.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, penggunaan *load cell* 20 kg pada penelitian ini dinilai tepat untuk mengukur berat badan bayi dan balita di posyandu. *Load cell* akan terhubung dengan modul *HX711* dan *mikrokontroler ESP8266* sehingga hasil pengukuran berat badan dapat dikirimkan secara otomatis ke aplikasi *SMARTGROW* berbasis *web*. Dengan demikian, proses pencatatan data *antropometri* menjadi lebih efisien, akurat, serta mengurangi kesalahan pencatatan manual.



Gambar 2. 2 : *Load Cell* [38]

2.13 Modul HX711

Modul *HX711* merupakan rangkaian penguat sinyal (*amplifier*) dan konverter analog ke digital (ADC) yang dirancang khusus untuk membaca sinyal dari sensor *load cell*. Sinyal keluaran *load cell* umumnya sangat kecil (dalam satuan milivolt), sehingga tidak dapat dibaca secara langsung oleh *mikrokontroler*. Oleh karena itu, *HX711* digunakan untuk memperkuat sinyal tersebut dan mengubahnya menjadi data digital yang dapat diproses oleh *mikrokontroler* seperti *ESP32*.

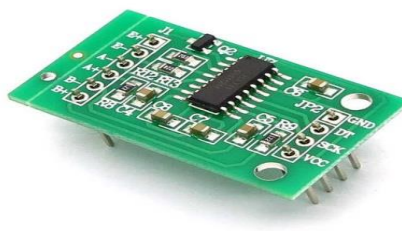
HX711 memiliki resolusi 24 bit, sehingga mampu membaca perubahan berat dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Selain itu, modul ini memiliki dua kanal input (Channel A dan B) serta mendukung pengaturan gain, yang menjadikannya cocok digunakan pada sistem timbangan digital. Dalam konteks pengukuran *antropometri* bayi dan balita, penggunaan *HX711* sangat penting untuk memastikan hasil pengukuran berat badan lebih stabil dan akurat dibandingkan pembacaan langsung tanpa penguat sinyal.

Penggunaan modul *HX711* dalam sistem timbangan digital berbasis *IoT* telah banyak dibahas dalam penelitian ilmiah. Penelitian oleh Ulyanida et al. [37] mengembangkan sistem pengukuran berat dan tinggi badan otomatis di posyandu menggunakan *load cell* dan modul *HX711* yang terhubung dengan *mikrokontroler*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *HX711* mampu menghasilkan pembacaan berat badan dengan tingkat akurasi mencapai 98,6%, sehingga dinilai layak digunakan untuk pengukuran kesehatan anak

Selain itu, penelitian oleh Remi Awang et al. [28] pada sistem pengumpulan data status gizi balita berbasis *IoT* di posyandu juga menggunakan *load cell* yang

diperkuat dengan modul *HX711*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan *HX711* membantu meningkatkan ketelitian data berat badan serta mempermudah pencatatan data *antropometri* secara otomatis ke sistem informasi.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, modul *HX711* sangat sesuai digunakan dalam penelitian ini sebagai penghubung antara sensor *load cell* 20 kg dan mikrokontroler *ESP8266*. *HX711* berperan penting dalam memastikan hasil pengukuran berat badan bayi dapat dibaca secara presisi dan dikirimkan secara otomatis ke aplikasi *SMARTGROW* berbasis *web*, sehingga dapat mengurangi kesalahan pencatatan manual dan meningkatkan kualitas data *antropometri* di posyandu.



Gambar 2. 3: Modul *HX711* [39]

2.14 *LCD Display*

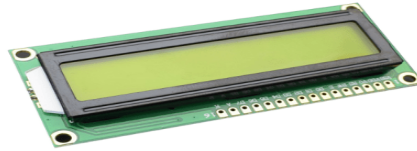
LCD (Liquid Crystal Display) adalah perangkat output elektronik yang berfungsi menampilkan informasi berupa teks atau angka secara jelas pada alat berbasis mikrokontroler. Dalam alat pengukuran *antropometri* ini, *LCD* digunakan untuk menampilkan nilai berat badan (kg) dan panjang badan (cm) secara otomatis setelah sensor melakukan pembacaan. Dengan tampilan pada *LCD*, pengguna alat (kader posyandu) dapat langsung melihat hasil pengukuran sebelum data dikirimkan ke sistem *SMARTGROW*.

Penggunaan *LCD* bertujuan untuk mempermudah proses interpretasi data oleh pengguna, sehingga tidak perlu mengecek perangkat lain saat pengukuran dilakukan di lapangan. *LCD* yang umum dipakai adalah tipe 16×2 atau 20×4, yang mampu menunjukkan hasil pengukuran secara *real-time* dan mengurangi ketergantungan pada antarmuka aplikasi. Hal ini penting di layanan kesehatan komunitas karena kader sering bekerja tanpa akses langsung ke *smartphone* atau komputer saat melakukan pengukuran di posyandu.

Selain itu, penelitian lain pada sistem *IoT-Based Digital Medical Record Devices* menunjukkan bahwa sensor kesehatan seperti suhu tubuh dan detak jantung yang terhubung dengan *mikrokontroler* dapat ditampilkan pada layar *LCD* 16×2 secara jelas sambil data dikirimkan ke sistem server, sehingga memudahkan tenaga kesehatan dalam memantau hasil pembacaan sensor [32].

Selain itu, penelitian mengenai *Design of an IoT-Based System for Monitoring Heart Rate* [41] juga menampilkan penggunaan *LCD* 16×2 sebagai media output untuk data sensor, di mana hasil sensor kemudian ditampilkan secara rutin dan *real-time* kepada pengguna yang memperkuat peran *LCD* dalam sistem monitoring berbasis *IoT*.

Dengan demikian, *LCD display* pada penelitian ini berfungsi sebagai media tampilan hasil pengukuran berat dan panjang badan anak secara *real-time* dan langsung di alat, sehingga mendukung kemudahan penggunaan oleh kader posyandu dan memastikan bahwa proses pengukuran berjalan dengan benar sebelum data dikirim ke sistem *SMARTGROW*.



Gambar 2. 4: *LCD Display* [42]

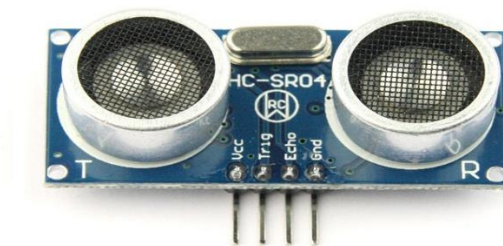
2.15 *Sensor Ultrasonik*

Sensor ultrasonik adalah perangkat sensor jarak non-kontak yang bekerja dengan memancarkan gelombang suara ultrasonik pada frekuensi tinggi dan mengukur waktu pantul (*echo*) gelombang tersebut saat mengenai objek. Data jarak diperoleh berdasarkan selisih waktu antara pemancaran dan penerimaan gelombang ultrasonik, lalu dihitung secara otomatis oleh *mikrokontroler*. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur panjang badan secara non-kontak, terutama pada objek yang sulit diukur secara langsung seperti bayi yang sedang berbaring. *Sensor ultrasonik* sangat cocok untuk aplikasi pengukuran panjang badan karena tidak menyentuh tubuh anak, sehingga aman, bersih, dan nyaman digunakan di layanan kesehatan seperti Posyandu.

Penerapan *sensor ultrasonik* dalam sistem pengukuran otomatis sudah banyak dibahas pada penelitian ilmiah. Sebagai contoh, penelitian oleh Rispani et al. [43] merancang alat pengukur tinggi badan menggunakan *sensor ultrasonik* untuk mengukur jarak dari sensor ke kepala objek dan menampilkan hasilnya secara *real-time* pada *LCD*. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *sensor ultrasonik* dapat menghasilkan data tinggi badan secara cepat dan dapat diintegrasikan dengan *mikrokontroler* untuk pemrosesan lebih lanjut.

Penelitian lain tentang pengukuran jarak menggunakan *sensor ultrasonik* menunjukkan bahwa sensor ini juga memiliki tingkat keakuratan dan konsistensi yang baik ketika dipadu dengan *mikrokontroler* seperti *NodeMCU / ESP32*. Dalam studi *Performance Comparison of Ultrasonic Sensor Accuracy in Measuring Distance*, *sensor ultrasonik* mampu menghasilkan pembacaan jarak yang stabil dan dapat dibandingkan untuk berbagai jenis sensor, yang penting untuk aplikasi pengukuran panjang datarbadan anak secara otomatis [44].

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, *sensor ultrasonik* merupakan pilihan yang tepat untuk alat pengukuran panjang badan bayi dalam penelitian ini. Sensor ini dapat memberikan data jarak (panjang badan) secara otomatis, cepat, dan aman, serta dapat dihubungkan dengan *mikrokontroler ESP8266* dan sistem *SMARTGROW* agar data hasil pengukuran tersimpan ke dalam basis data tanpa perlu pencatatan manual.



Gambar 2. 5: *Sensor Ultrasonik* [45]

2.16 *Power Supply (Catu Daya)*

Catu daya (*power supply*) adalah bagian penting dari semua sistem elektronika karena berperan menyalurkan energi listrik yang stabil ke seluruh komponen alat. Pada alat pengukur *antropometri* bayi berbasis *ESP8266*, *sensor*

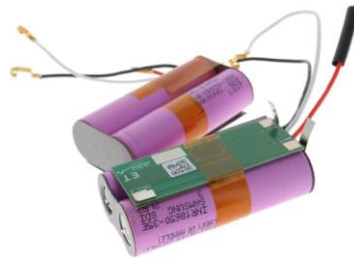
ultrasonik, *load cell* 20 kg, modul *HX711*, dan *LCD* memerlukan tegangan yang konsisten agar dapat bekerja secara optimal tanpa gangguan data. Catu daya umumnya mengubah tegangan listrik dari sumber AC (listrik PLN) menjadi tegangan DC yang sesuai untuk *mikrokontroler* dan sensor, serta menjaga kestabilan tegangan agar tidak terjadi *fluktuasi* yang dapat merusak komponen atau memengaruhi hasil pengukuran.

Kestabilan catu daya tidak hanya berdampak pada komponen aktif seperti *mikrokontroler* dan sensor, tetapi juga pada proses komunikasi data dalam sistem *IoT*. Artikel ilmiah tentang *IoT-Based Off-Grid Solar Power Supply* [36] menjelaskan bagaimana perangkat *IoT* membutuhkan catu daya yang stabil untuk menjaga konektivitas dan pertukaran data dengan server atau aplikasi *web* secara terus-menerus. Dalam konteks sistem alat ukur *antropometri*, kestabilan catu daya memastikan bahwa modul *ESP8266* tidak mengalami reset atau kegagalan komunikasi saat mengirim data ke aplikasi *SMARTGROW* melalui jaringan *Wi-Fi*.

Selain itu, beberapa studi terkait desain *power supply* juga menyoroti pentingnya *filter*, *regulator*, dan sistem proteksi dalam rangkaian catu daya untuk menjamin keandalan data dan umur komponen. Perangkat dengan catu daya yang tidak stabil dapat menyebabkan *noise* pada pembacaan sensor, kesalahan pengukuran, serta kegagalan sistem jangka panjang. Oleh karena itu, perancangan catu daya yang baik termasuk pemilihan adaptor, regulator tegangan, serta sistem proteksi menjadi bagian krusial dalam pengembangan alat *antropometri* bayi berbasis *IoT*.

Dengan demikian, catu daya pada penelitian ini berfungsi sebagai sumber

energi utama yang menyediakan tegangan DC stabil kepada seluruh komponen, memastikan bahwa *load cell* 20 kg, modul *HX711*, *sensor ultrasonik*, *mikrokontroler ESP8266*, dan *LCD* dapat bekerja secara optimal, konsisten, dan menghasilkan data yang akurat sebelum dikirim ke sistem informasi *SMARTGROW*.



Gambar 2. 6: *Power Supply* [47]

2.17 Penelitian Terkait

Tabel 2. 1: Tabel Penelitian Terkait

No	Penulis Dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Christian Paul Colombini (2025) [48]	Perancangan Alat Pengukur Tinggi Badan Digital dengan <i>Sensor Ultrasonik</i>	metode <i>Research and Development</i> (R&D)	Menghasilkan alat pengukur tinggi badan digital berbasis <i>sensor ultrasonik</i> dan Arduino dengan tampilan hasil pada <i>LCD</i> secara <i>real-time</i> .
2	Saputra, F. Y., Al Amin, M. S., & Perawati (2022) [49]	Alat Pengukur Tinggi Badan, Berat Badan, dan Suhu Badan Digital Menggunakan <i>Sensor Ultrasonik</i> , <i>Load Cell</i> , dan Inframerah MLX90614	<i>Research and Development</i> (R&D) dengan pengujian eksperimental	Menghasilkan alat ukur kombinasi tinggi badan, berat badan, dan suhu tubuh menggunakan <i>sensor ultrasonik</i> , <i>load cell</i> , dan sensor inframerah.
3	Elsyea Adia	Desain Alat	Metode rancang	Menghasilkan alat

	Tangga dewi, Riky Tri Yunardi, dan Eva Inaiyah Agustin (2025) [5]	Pengukur Tinggi Badan Yang Dilengkapi Dengan Fitur Deteksi Stunting	bangun sistem (<i>system design</i>)	pengukur tinggi badan otomatis berbasis <i>sensor ultrasonik</i> yang dapat membantu deteksi stunting pada anak.
4	Riski Dava Prayogi & Asri Samsiar Ilmananda (2025) [21]	Perancangan Alat Pengukur Tinggi dan Berat Badan Bayi Secara Otomatis Berbasis <i>IoT</i>	<i>Research and Development</i> (R&D) model ADDIE	Menghasilkan alat pengukur tinggi dan berat badan bayi berbasis <i>IoT</i> dengan tingkat kesalahan pengukuran di bawah 0,1%.
5	Ahmad Saepul Malik, Seliwati (2025) [7]	Sistem Pengukuran <i>Antropometri</i> Digital Menggunakan <i>Sensor Ultrasonik</i> dan <i>Load Cell</i> Berbasis Arduino	<i>Research and Development</i> (R&D) model <i>Prototype</i>	Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pengukuran <i>antropometri</i> digital berbasis Arduino yang mampu mengukur tinggi dan berat badan secara otomatis menggunakan <i>sensor ultrasonik</i> dan <i>load cell</i> .
6	Hanif Farras Ibrahim1, Robi Hidayat Putra, Pitoyo Winarko Darusalam, dan Diky Siswanto (2024) [50]	Pengembangan Alat Pengukur Tinggi Badan Digital Berbasis <i>Sensor Ultrasonik</i> Hy-Srf05 Dan Arduino Uno	<i>Research and Development</i> (R&D) dengan pendekatan <i>prototype</i>	Penelitian ini menghasilkan alat pengukur tinggi badan digital otomatis berbasis <i>sensor ultrasonik</i> dan Arduino dengan akurasi yang lebih baik.
7	Suparman, Gani Supriyanto, Agung Kumara (2024) [51]	Rancang Bangun Timbangan Menggunakan Sensor <i>Load Cell</i> dan <i>Mikrokontroler</i> Berbasis <i>Internet of Things (IoT)</i>	Metode <i>Engineering Design Process</i>	Penelitian ini menghasilkan alat timbangan digital berbasis <i>IoT</i> yang akurat, efisien, dan mampu menampilkan hasil pengukuran secara <i>real-time</i> .
8	Nurul Fajriyah,	Analisis Sistem	Metode analisis	Penelitian

	Wawan Setiawan, Tobias Duha (2023) [52]	Pengukur Tinggi Badan Pengunjung Butik XYZ Menggunakan <i>Microcontroller</i> Arduino Uno dan <i>Sensor Ultrasonic HC-SR04</i>	dan rancang bangun sistem	menghasilkan alat pengukur tinggi badan otomatis berbasis <i>mikrokontroler</i> Arduino Uno dan <i>sensor ultrasonik HC-SR04</i> yang mampu mengukur tinggi badan secara digital dan menampilkan hasil pengukuran pada layar <i>LCD</i> .
9	Mario Valentino Ngeo Goa, I Made Agus Dwi Suarjaya, dan Anak Agung Ketut Cahyawan Wiranatha (2023) [53]	Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu, Tinggi, dan Berat Badan Balita Berbasis <i>Internet of Things</i>	Metode <i>Research and Development</i> (R&D)	Penelitian ini berhasil mengembangkan alat monitoring suhu, tinggi, dan berat badan balita berbasis <i>IoT</i> yang mampu melakukan pengukuran secara otomatis, <i>real-time</i> , dan terintegrasi dengan <i>website</i> .
10	Rizky Fenaldo Maulana, Muhammad Akbar Ramadhan, Wiranti Maharani, dan Muhamad Iqbal Maulana (2023) [54]	Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis <i>IoT</i> Studi Kasus Ruang Server IT Telkom Surabaya	Metode rancang bangun sistem (<i>system design/engineering design</i>)	Penelitian menghasilkan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis <i>IoT</i> yang dapat menampilkan data <i>real-time</i> dan mengirim notifikasi otomatis. melalui Telegram ketika suhu atau kelembapan melebihi batas yang ditentukan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan alat *antropometri* digital yang terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW* untuk mendukung proses pencatatan dan pelaporan data pertumbuhan anak di posyandu. Oleh karena itu, metode yang digunakan adalah *Engineering Design Process (EDP)*. *Engineering Design Process* merupakan metode dalam bidang rekayasa yang digunakan untuk merancang, mengembangkan, serta mengevaluasi suatu produk atau sistem teknologi secara sistematis guna menghasilkan solusi terhadap permasalahan tertentu. Metode ini menekankan proses perancangan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi masalah, perancangan solusi, pembuatan prototipe, pengujian sistem, serta penyempurnaan desain hingga diperoleh produk yang optimal dan dapat digunakan secara efektif [55].

Penggunaan metode *Engineering Design Process* dipilih karena penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk menganalisis permasalahan, tetapi juga menghasilkan produk teknologi berupa alat pengukuran *antropometri* digital berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW*. Teknologi *IoT* memungkinkan perangkat sensor dan *mikrokontroler* melakukan proses pengumpulan serta pengiriman data secara *real time*, sehingga mempermudah proses pemantauan kondisi kesehatan serta pencatatan data secara digital [56]. Melalui metode ini, proses pengembangan sistem dilakukan secara

terstruktur mulai dari tahap identifikasi masalah, perancangan solusi, pembuatan *prototipe*, pengujian sistem, hingga penyempurnaan sistem sehingga diperoleh produk yang sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian rekayasa sistem (*engineering research*) dengan pendekatan *mixed method*, yaitu menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan pada tahap identifikasi masalah dan analisis kebutuhan sistem melalui observasi kegiatan posyandu serta wawancara dengan kader posyandu dan tenaga gizi. Sementara itu, pendekatan kuantitatif digunakan pada tahap pengujian sistem untuk mengetahui kinerja alat serta tingkat penerimaan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan melalui metode *Blackbox Testing* untuk aplikasi dan uji data (akurasi) serta uji fungsional untuk timbangan digital. Pendekatan ini umum digunakan pada penelitian pengembangan sistem berbasis *IoT* karena memungkinkan analisis kebutuhan pengguna sekaligus pengujian kinerja sistem yang dikembangkan secara terukur [57].



Gambar 3 . 1: Tahapan metode *Engineering Design Process* [58]

3.2 Tahapan Metode *Engineering Design Process* (EDP)

Metode *Engineering Design Process* (EDP) merupakan proses sistematis dalam model penelitian rekayasa yang digunakan untuk merancang dan mengembangkan suatu produk teknologi melalui tahapan identifikasi masalah, perancangan solusi, pembuatan prototipe, pengujian sistem, serta evaluasi untuk memperoleh solusi yang optimal. Penerapan *metode Engineering Design Process* dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat *antropometri* digital yang terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW* sehingga dapat mendukung proses pencatatan data pertumbuhan anak secara lebih efektif di posyandu.

Tahapan *Engineering Design Process* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut.

1. *Define* (Identifikasi Masalah)

Tahap *define* merupakan tahap awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada proses pengukuran dan pencatatan data *antropometri* anak di posyandu. Pada tahap ini peneliti melakukan observasi terhadap kegiatan penimbangan balita serta proses pencatatan data yang masih dilakukan secara manual.

Melalui tahap ini diperoleh informasi mengenai berbagai kendala yang terjadi di lapangan, seperti Proses pencatatan yang masih menggunakan media kertas ini berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, seperti catatan yang tertukar, terselip, atau hilang, sehingga dapat menyebabkan kesalahan pencatatan data dan menyulitkan proses pelaporan serta pemantauan pertumbuhan anak secara berkelanjutan.

2. *Ask* (Analisis Permasalahan)

Tahap *ask* dilakukan untuk memahami penyebab permasalahan yang terjadi serta mengidentifikasi kebutuhan sistem yang diperlukan. Pada tahap ini peneliti melakukan wawancara dengan kader posyandu dan tenaga gizi puskesmas untuk mengetahui kendala yang dihadapi dalam proses penimbangan dan pencatatan data *antropometri* anak.

Melalui tahap ini diperoleh informasi mengenai kebutuhan sistem yang dapat membantu proses pengukuran dan pencatatan data secara lebih efektif, cepat, serta meminimalkan kesalahan pencatatan yang terjadi pada proses manual.

3. *Imagine* (Perancangan Konsep Solusi)

Tahap *imagine* merupakan proses merumuskan solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi. Berdasarkan hasil analisis permasalahan, solusi yang dirancang adalah pengembangan alat *antropometri* digital berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW*.

Sistem ini dirancang agar hasil pengukuran berat badan dan panjang badan anak dapat terkirim secara otomatis ke aplikasi, sehingga proses pencatatan data tidak lagi menggunakan kertas manual dan dapat langsung tersimpan dalam sistem digital.

4. *Plan* (Perencanaan Sistem)

Tahap *plan* merupakan tahap perencanaan desain sistem yang akan

dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan dalam sistem.

Perancangan perangkat keras meliputi penggunaan *load cell* 20 kg untuk pengukuran berat badan, *sensor ultrasonik* untuk panjang badan, modul *HX711* sebagai penguat sinyal, serta *mikrokontroler ESP8266* sebagai pengendali sistem. Selain itu dilakukan juga perancangan arsitektur sistem serta rancangan antarmuka aplikasi *SMARTGROW* berbasis *web* sebagai media pencatatan dan pengelolaan data *antropometri* anak.

5. *Prototype* (Pembuatan Prototipe)

Tahap *prototype* merupakan proses pembuatan prototipe awal dari sistem yang telah dirancang. Pada tahap ini peneliti melakukan perakitan alat *antropometri* digital dengan mengintegrasikan sensor, *mikrokontroler*, serta komponen pendukung lainnya.

Selain itu, dilakukan juga pengembangan awal aplikasi *SMARTGROW* berbasis *web* yang berfungsi sebagai media pencatatan, penyimpanan, dan pengelolaan data *antropometri* anak secara digital.

6. *Test* (Pengujian Sistem)

Tahap *test* dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dikembangkan telah berfungsi sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan terhadap perangkat keras maupun perangkat lunak untuk memastikan bahwa alat dapat melakukan pengukuran serta mengirimkan data ke aplikasi dengan baik.

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Blackbox Testing*, uji fungsional, dan uji data (akurasi). *Blackbox Testing* dilakukan pada aplikasi untuk mengetahui apakah setiap fitur sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan fungsi yang telah dirancang. Uji fungsional dilakukan untuk memastikan setiap komponen perangkat keras maupun perangkat lunak dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Sementara itu, uji data (akurasi) dilakukan untuk mengetahui tingkat ketepatan hasil pengukuran alat dengan cara membandingkan hasil pengukuran sistem terhadap alat standar yang digunakan di posyandu.

7. *Improve* (Evaluasi dan Penyempurnaan Sistem)

Tahap *improve* merupakan proses evaluasi dan penyempurnaan sistem berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Pada tahap ini peneliti melakukan perbaikan terhadap sistem apabila ditemukan kekurangan baik pada perangkat keras maupun perangkat lunak.

Proses penyempurnaan ini bertujuan untuk menghasilkan alat *antropometri* digital berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW* sehingga dapat digunakan secara optimal oleh kader posyandu dalam melakukan pengukuran serta pencatatan data pertumbuhan anak secara digital.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat sebagai dasar pengembangan sistem alat *antropometri* digital terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW*. Metode yang

digunakan meliputi observasi, wawancara dengan ahli gizi, dan studi literatur. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses penimbangan dan pencatatan data *antropometri* balita di posyandu guna memahami alur kerja serta kendala yang terjadi pada sistem manual.

Wawancara dengan ahli gizi bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan data yang diperlukan dalam pemantauan pertumbuhan anak, standar pencatatan yang digunakan, serta pentingnya keakuratan dan kelengkapan data sebagai dasar analisis status gizi. Selain itu, studi literatur dilakukan dengan menelaah jurnal ilmiah, dan sumber referensi terkait *Internet of Things (IoT)*, sistem *antropometri* digital, serta pengembangan sistem berbasis *web* untuk mendukung landasan teori dan perancangan sistem yang relevan dengan penelitian

3.4 Analisa

Tahapan analisa dilakukan untuk memahami kebutuhan sistem yang akan dikembangkan serta mengidentifikasi permasalahan pada proses penimbangan dan pencatatan data *antropometri* balita di posyandu. Analisa ini menjadi dasar dalam perancangan alat *antropometri* digital terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW* agar sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3.4.1 Analisa kebutuhan

Analisa kebutuhan pengguna mencakup identifikasi kebutuhan input, proses, dan output yang diperlukan dalam sistem. Analisa ini bertujuan agar sistem yang dirancang mampu membantu kader posyandu dalam melakukan penimbangan dan pencatatan data secara lebih akurat, cepat, dan terintegrasi.

Melalui analisa kebutuhan ini, diharapkan sistem *SMARTGROW* dapat

mengatasi permasalahan pencatatan manual yang berisiko menimbulkan kesalahan penulisan, kehilangan data, serta keterlambatan pelaporan kepada tenaga kesehatan.

3.4.1.1 Analisa Kebutuhan Perangkat Keras

Tabel 3.1: Kebutuhan Perangkat Keras

No	Nama Perangkat	Fungsi
1	Laptop/Komputer	Perancangan sistem dan pemrograman
2	ESP8266	Mikrokontroler untuk pengolahan dan pengiriman data
3	Load Cell	Sensor untuk mengukur berat badan
4	Modul HX711	Penguat sinyal dari <i>load cell</i>
5	Sensor ultrasonik	Mengukur panjang/tinggi badan balita
6	Kabel jumper	Menghubungkan komponen
7	Power supply	Sumber daya listrik alat
8	Rangka timbangan	Tempat anak telentang dan struktur alat

3.4.1.2 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

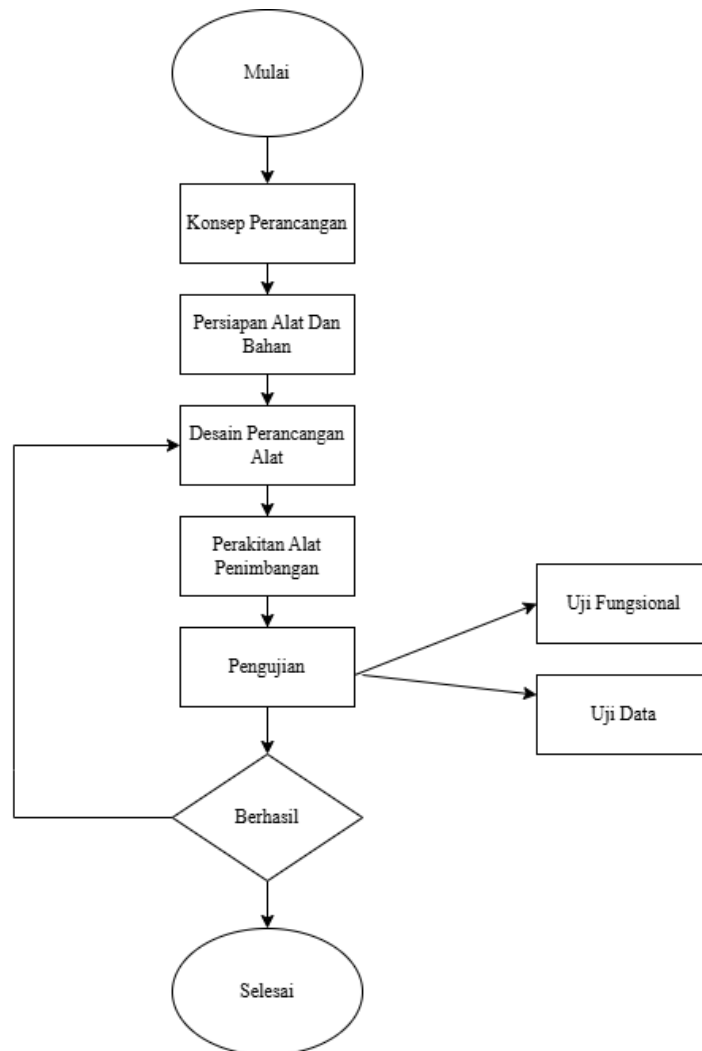
Tabel 3.2 : Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Nama Perangkat Lunak	Fungsi
1	Arduino IDE	Pemrograman <i>mikrokontroler</i> ESP8266
2	Web browser	Akses aplikasi <i>SMARTGROW</i>
3	Aplikasi <i>SMARTGROW</i>	Pencatatan dan penyimpanan data <i>antropometri</i>

3.4.2 Analisa Fungsi Sistem Alat

Analisa fungsi sistem dilakukan untuk menggambarkan cara kerja alat yang dirancang. Sistem bekerja dengan mengukur berat badan dan panjang badan balita menggunakan sensor, kemudian data diproses oleh *mikrokontroler* ESP8266 dan dikirim ke aplikasi *SMARTGROW* untuk disimpan dan ditampilkan. Analisa fungsional sistem divisualisasikan dalam bentuk flowchart untuk menunjukkan alur kerja sistem secara keseluruhan.

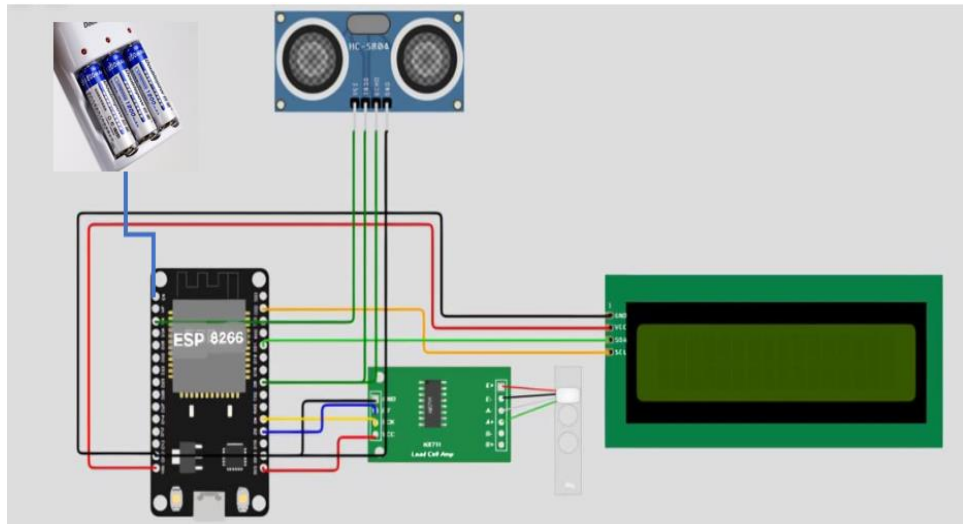
3.5 Perancangan Sistem Alat



Gambar 3 . 2 : *Flowchart* Timbangan Digital

Proses penelitian diawali dari tahap perumusan konsep perancangan yang menjadi dasar dalam pengembangan sistem. Selanjutnya dilakukan persiapan alat dan bahan, kemudian dilanjutkan dengan tahap desain perancangan alat yang mencakup penyusunan arsitektur sistem, *diagram* alur data, serta perancangan antarmuka aplikasi guna memudahkan kader dalam melakukan pencatatan data.

Setelah tahap desain selesai, dilakukan proses perakitan alat penimbangan dengan mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak.



Gambar 3.3: Rangkaian Alat Timbangan Digital

Perancangan sistem alat dilakukan untuk mempermudah proses pembuatan dan integrasi komponen. Sistem terdiri dari perangkat keras berupa alat *antropometri* digital dan perangkat lunak berupa aplikasi *SMARTGROW* berbasis *web*. Komponen utama sistem meliputi *ESP8266* sebagai pusat kendali, *load cell* 20 kg dan *modul HX711* untuk pengukuran berat badan, serta *sensor ultrasonik* untuk pengukuran tinggi badan lalu berat dan tinggi ditampilkan dilayar *LCD*. Batrai juga digunakan untuk sumber daya timbangan digital. Data hasil pengukuran diproses oleh *mikrokontroler* dan dikirim melalui jaringan internet ke aplikasi *SMARTGROW* untuk disimpan dan dapat dikelola pada aplikasi *SMARTGROW*.

3.6 Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses realisasi dari rancangan sistem yang telah dibuat. Tahapan implementasi dalam penelitian ini meliputi:

1. Menyiapkan alat dan bahan sesuai kebutuhan sistem.
2. Merakit komponen perangkat keras alat *antropometri* digital.
3. Melakukan pemrograman *ESP8266* untuk membaca data sensor dan mengirimkan data ke aplikasi.
4. Mengembangkan dan mengintegrasikan aplikasi *SMARTGROW* berbasis *web*.
5. Melakukan pengujian awal untuk memastikan sistem berjalan sesuai rancangan.

3.7 Pengujian

Pengujian merupakan tahapan untuk memastikan bahwa alat yang dikembangkan dapat berfungsi sesuai dengan rancangan sistem serta mampu mendukung proses digitalisasi pencatatan data pada aplikasi *SMARTGROW*. Dalam penelitian ini, pengujian meliputi *Blackbox Testing*, uji fungsional, dan uji data (akurasi). *Blackbox Testing* dilakukan pada aplikasi *SMARTGROW* untuk mengetahui apakah setiap fitur sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan fungsi yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan dengan menguji fungsi-fungsi pada aplikasi tanpa melihat kode program, seperti proses login, penyimpanan data pengukuran, tampilan data anak. Sistem dinyatakan berhasil apabila seluruh fitur dapat berjalan sesuai dengan output yang diharapkan.

Uji fungsional dilakukan untuk mengetahui apakah setiap komponen sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dirancang, meliputi kemampuan alat dalam membaca data dari sensor, menampilkan hasil pengukuran pada *LCD*, serta mengirimkan data ke aplikasi *SMARTGROW*. Proses pengujian dilakukan dengan

mengoperasikan alat secara langsung dan mengamati seluruh tahapan yang terjadi. Sistem dinyatakan berhasil apabila seluruh komponen, mulai dari sensor, *mikrokontroler*, hingga integrasi dengan aplikasi *web*, dapat berjalan dengan baik tanpa adanya kesalahan fungsi.

Adapun uji data (akurasi) dilakukan untuk mengetahui tingkat ketepatan hasil pengukuran alat dengan cara membandingkannya terhadap alat standar yang digunakan di posyandu. Pengujian dilakukan dengan mengukur objek yang sama secara bersamaan menggunakan kedua alat, kemudian hasil pengukuran dibandingkan untuk melihat tingkat kesesuaian data. Selisih antara hasil pengukuran alat yang dikembangkan dengan alat standar dihitung sebagai nilai *error*. Semakin kecil nilai *error* yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat akurasi alat, sehingga alat dapat dinyatakan layak untuk digunakan.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dan penyusunan saran. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pada rancang bangun alat pengukuran *antropometri* bayi yang terintegrasi dengan aplikasi *SMARTGROW* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Kesimpulan bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian serta menunjukkan kinerja sistem yang telah dikembangkan dalam mendukung pencatatan data *antropometri* secara digital. Selain itu, pada tahap ini juga disampaikan saran sebagai bahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya guna mengembangkan dan menyempurnakan sistem agar lebih optimal serta sesuai dengan kebutuhan pengguna di masa mendatang.