


|   |   |                                   |                        |
|---|---|-----------------------------------|------------------------|
|  | <b>UNIVERSITAS SANGGA<br/>BUANA</b>             | <b>FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN</b> |                        |
|   | <b>Jl.PH.H Mustofa No.68<br/>Bandung, 40124</b> | <b>No. Revisi</b>                 | <b>01</b>              |
|   |   | <b>Berlaku Efektif</b>            | <b>19 Agustus 2023</b> |

### LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

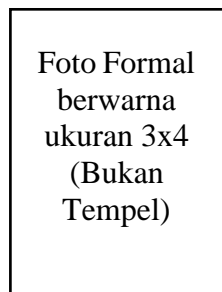
Nama : Mahmud Ibrahim Siregar  
 NIM : 2114217010  
 Alamat : Legenda Wisata Zona Nobel O1/23 Kab. Bogor – Jawa Barat  
 No. Telp/HP : +6287738617000  
 E-mail : [mahmudibrahimsiregar@yahoo.co.id](mailto:mahmudibrahimsiregar@yahoo.co.id)

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan karya orisinal saya sendiri, dengan judul:

### SISTEM PENGUKURAN LINGKAR KEPALA BAYI DAN BALITA MENGUNAKAN PEMETAAN SENSOR ULTRASONIK

*Baby and Toddler Head Circumference Measurement system  
Using Ultrasonik Sensor Mapping*

Atas pernyataan ini, saya siapa menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslian karya ini.



Bandung, 19 Agustus 2023

Mahmud Ibrahim Siregar  
NIM. 2114217010

## **ABSTRAK**

Lingkar kepala bayi adalah salah satu parameter penting dalam pemantauan pertumbuhan dan perkembangan bayi. Metode konvensional untuk mengukur lingkar kepala melibatkan penggunaan pita pengukur, yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan kesalahan pengukuran. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pendekatan non-kontak menggunakan sensor ultrasonik.

Sensor ultrasonik dipilih karena kelebihan yang dimilikinya antara lain gelombang ultrasonik tidak terpengaruh oleh warna dan transparansi objek karena mendeteksi jarak melalui gelombang suara, berfungsi dengan baik ditempat yang redup, cenderung mengkonsumsi arus atau daya yang lebih rendah, serta aman digunakan dibandingkan menggunakan sensor laser yang berbahaya jika tidak sengaja terkena mata bayi.

Pada penelitian ini, sebuah sistem diimplementasikan menggunakan multi sensor ultrasonik HC-SR04 dengan mikrokontroler ESP32 untuk mengukur lingkar kepala bayi secara akurat dan efisien. Sistem ini menggunakan algoritma elips untuk menghitung lingkar kepala dengan tepat. Sinyal ultrasonik dipancarkan dan dipantulkan oleh permukaan kulit kepala bayi. Waktu tempuh sinyal ultrasonik digunakan untuk menghitung jarak antara sensor dan permukaan kulit kepala. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh perbandingan selisih error sebesar 4,42%.

**Kata Kunci:** Sensor ultrasonik, mikrokontroller ESP32, algoritma elips, lingkar kepala

## **ABSTRACT**

Baby's head circumference is one of the important parameters in monitoring the baby's growth and development. The conventional method of measuring head circumference involves the use of a tape measure, which can cause discomfort and measurement errors. therefore, this study proposes a non-contact approach using an ultrasonik sensor.

Ultrasonik sensors were chosen because of the advantages they have, including ultrasonik waves that are not affected by the color and transparency of objects because they detect distances through sound waves, function well in dim places, tend to consume more current or powerlow, and safe to use compared to using laser sensors which are dangerous if accidentally exposed to baby's eyes.

In this study, a system was implemented using an ultrasonik multi-sensor HC-SR04 with an ESP 32 microcontroller to measure the baby's head circumference accurately and efficiently. This system uses an elliptical algorithm to calculate head circumference precisely. Ultrasonik signals are emitted and reflected by the surface of the baby's scalp. The ultrasonik signal travel time is used to calculate the distance between the sensor and the scalp surface. Based on the measurement results, the error is 4.42%.

**Keywords:** ultrasonik sensor, ESP32 microcontroller, elips algorithm, head circumference

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsidengan judul “Sistem Pengukuran Lingkar Kepala Bayi dan Balita Menggunakan Pemetaan Sensor Ultrasonik”, sebagai syarat dalam menyelesaikan pendidikan tahap sarjana pada Program Studi Sarjana Teknik Elektro Univeristas Sangga Buana YPKP Bandung. Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan selama menyelesaikan studi dan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis dengan penuh hormat mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ivany Syarif S.T., M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
2. Ibu Nina Lestari, S.T., M.T., selaku pembimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Kusmadi S.T., M.T. (Dosen Penguji 1) dan Bapak Hardi N.P, S.T., M.T. (Dosen Penguji 2)
4. Bapak Ketut Abimanyu S.T., M.T., selaku Dosen Wali penulis di Universitas Sangga Buana YPKP Bandung
5. Bapakku H.M. Yahya Siregar dan Mamakku Hj. Risna Dewi Siregar, yang sabar menunggu dan terus mendorong agar tetap menyelesaikan perkuliahan di Fakultas Teknik.
6. Istriku Yanti Rahardiana atas dukungan dan do'a, anakku Zidan Pandya Ibrahim Siregar yang menjadi editor penulisan skripsi ini, anakku Audrey Meiliana Ibrahim Siregar yang menjadi pembimbing tes Toefl dan anak bungsuku Myesha Dewi Aisha Ibrahim Siregar yang selalu menjadi obat penenang di penatnya menyelesaikan pekerjaan dan skripsi ini.
7. Om Syamsul dan Mas Een serta semua teman-teman mahasiswa Fakultas Teknik Program Study Teknik Elektro Universitas Sangga Buana YPKP Bandung di WA Grup Kuliah Tujuh Mulut (KULTUM), yang akhirnya dapat menyelesaikan perkuliahandiwaktu yang bersamaan.

8. Semua Pihak dan seluruh civitas akademika Universitas yang telah memberikan pengetahuan dan jasanya kepada penulis selama mengikuti perkuliahan.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, diharapkan saran dan kritik yang dapat menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik. Semoga Allah Swt senantiasa melimpahkan rahmat dan rida-Nya kepada kita semua.

Bandung, 19 Agustus 2023

Mahmud Ibrahim Siregar

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| ABSTRAK .....  | i    |
| ABSTRACT .....   | ii   |
| KATA PENGANTAR.....  | iii  |
| DAFTAR ISI.....  | v    |
| DAFTAR GAMBAR .....  | vii  |
| DAFTAR TABEL.....  | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....  | ix   |
| BAB I PENDAHULUAN .....  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....  | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....  | 3    |
| 1.3 Batasan Masalah.....   | 3    |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                                       | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                                      | 4    |
| 1.6 Metodologi Penelitian.....                                   | 4    |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                                      | 6    |
| 2.1 Lingkar Kepala .....   | 6    |
| 2.2 Mikrokontroler ESP32 .....                                   | 9    |
| 2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....                               | 10   |
| 2.4 Arduino IDE .....  | 12   |
| 2.5 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) .....                    | 13   |
| 2.6 Perkembangan Penelitian Lingkar Kepala Bayi dan Balita ..... | 14   |
| BAB III METODA PENELITIAN .....                                  | 18   |
| 3.1 Alat dan Bahan Penelitian .....                              | 18   |
| 3.2 Perancangan Hardware .....                                   | 18   |
| 3.3 Arduino IDE Software Open Source.....                        | 21   |
| 3.4 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....                     | 21   |

|  |              |
|--|--------------|
| 3.5 WEB Aplikasi .....                                       | 22           |
| 3.6 Algoritma Lingkaran Elips.....                           | 22           |
| 3.7 FlowChart Penyelesaian Penelitian.....                   | 23           |
| <b>BAB IV DATA DAN ANALISIS .....</b>                        | <b>25</b>    |
| 4.1 Persiapan Pengujian Pengukuran .....                     | 25           |
| 4.2 Penyederhanan Rumus Algoritma Elips Program APLKB.....   | 26           |
| 4.3 Pengujian Peralatan Dengan Objek Tidak Bergerak.....     | 27           |
| 4.4 Pengujian Peralatan Dengan Objek Bergerak (Balita) ..... | 32           |
| 4.5 Analisis Hasil Pengukuran .....                          | 35           |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                                    | <b>39</b>    |
| 5.1 Kesimpulan.....  | 39           |
| 5.2 Saran .....  | 39           |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                  | <b>41</b>    |
| <b>LAMPIRAN.....</b>   | <b>- 1 -</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1.6-1 Diagram Alir langkah-langkah penelitian.....                  | 5  |
| Gambar 2.1-1 Lingkar Kepala Laki-laki dengan Grafik Nellhaus.....          | 6  |
| Gambar 2.1-2 Lingkar Kepala Perempuan dengan Grafik Nellhaus .....         | 7  |
| Gambar 2.1-3 Langkah-Langkah Pengukuran Lingkar Kepala Bayi.....           | 8  |
| Gambar 2.2-1 Modul Mikrokontroler ESP32 .....                              | 9  |
| Gambar 2.3-1 Sensor HC-SR04 [7] .....                                      | 11 |
| Gambar 2.3-2 Diagram Waktu pada sensor ultrasonik HC-SR04 [10].....        | 12 |
| Gambar 2.5-1 LCD 16 X 2 [14] .....   | 13 |
| Gambar 3.2-1 Diagram Blok Sistem Web Alat Pengukur Lingkar Kepala Bayi..   | 18 |
| Gambar 3.2-2 Letak 4 Sensor.....   | 19 |
| Gambar 3.2-3 Skema Rangkaian Alat Pengukur Lingkar Kepala Bayi.....        | 20 |
| Gambar 3.2-4 Diagram Uji Kerja system Web APLKB .....                      | 21 |
| Gambar 3.2-5 Rancangan tampilan LCD.....                                   | 22 |
| Gambar 3.2-6 Rancangan tampilan hasil pengujian.....                       | 22 |
| Gambar 3.2-7 Flow Chart Sistem Pengukuran Lingkar Kepala.....              | 24 |
| Gambar 4.1-1 Hardware Sistem APLKB.....                                    | 25 |
| Gambar 4.1-2 Tampilan Visual Sistem APLKB .....                            | 26 |
| Gambar 4.3-1 Bola Diukur Dengan Pita Ukur .....                            | 27 |
| Gambar 4.3-2 Bola Diukur Dengan Sistem APLKB .....                         | 28 |
| Gambar 4.4-1 Pengukuran Manual dengan Pita Pengukur pada Anak Balita ..... | 32 |
| Gambar 4.4-2 Pengukuran Dengan Sistem APLKB pada Anak Balita .....         | 32 |
| Gambar 4.5-2 Tampilan Visual Sistem APLKB Atas Nama Imam.....              | 36 |
| Gambar 4.5-3 Tampilan Visual Sistem APLKB Atas Nama Naya.....              | 37 |



## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1-1 Ukuran Lingkar Kepala Normal sesuai Usia dan Jenis Kelamin.....     | 8  |
| Tabel 2.3-1 Spesifikasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 [11].....                | 12 |
| Tabel 2.4-1 DAFTAR LIBRARY DI ARDUINO IDE SISTEM APLKB .....                    | 12 |
| Tabel 2.5-1 Spesifikasi Kaki LCD 16 x 2 [15] .....                              | 14 |
| Tabel 4.2-1 Simulasi Rumus Penyederhanaan Algoritma Elips .....                 | 27 |
| Tabel 4.3-1 Posisi Bola: Centering .....  | 29 |
| Tabel 4.3-2 Posisi Bola: Tidak Centering - Menjauh 8 cm dari Sensor Depan ..... | 30 |
| Tabel 4.3-3 Posisi Bola: Tidak Centering - Menjauh 8 cm dari Sensor Kiri .....  | 31 |
| Tabel 4.4-1 Hasil Pengukuran Lingkar Kepala Balita Arfan (48 bulan) .....       | 33 |
| Tabel 4.4-2 Hasil Pengukuran Lingkar Kepala Balita Naya (43 bulan) .....        | 33 |
| Tabel 4.4-3 Hasil Pengukuran Lingkar Kepala Balita Giani (44 Bulan) .....       | 34 |
| Tabel 4.4-4 Hasil Pengukuran Lingkar Kepala Balita Imam (45 Bulan).....         | 34 |
| Tabel 4.4-5 Hasil Pengukuran Lingkar Kepala Balita Adel (44 bulan).....         | 35 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|            |  |        |
|------------|--|--------|
| Lampiran 1 | Source Code Sistem APLKB.....  | - 1 -  |
| Lampiran 2 | Web APLKB: Posisi Bola <i>Centering</i> .....                              | - 13 - |
| Lampiran 3 | Web APLKB: Bola Tidak <i>Centering</i> +8 cm dari FrontSensor.....         | - 18 - |
| Lampiran 4 | Web APLKB: Bola Tidak <i>Centering</i> +8 cm dari <i>Left Sensor</i> ..... | - 23 - |
| Lampiran 5 | Datasheet DOIT Esp32 DevKit v1 .....                                       | - 28 - |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Setiap pertumbuhan anak selain berat dan panjang tubuh, dalam pemeriksaan rutin bayi baru lahir dokter juga akan mengukur lingkar kepala bayi. Pemantauan lingkar kepala bayi sebaiknya dilakukan terutama sampai usia 2 tahun sehingga dokter anak akan memberikan perhatian khusus pada pertumbuhan kepala anak karena mencerminkan pertumbuhan otaknya. Tulang-tulang di tengkorak anak masih tumbuh, dan tengkorak itu tumbuh lebih cepat selama empat bulan pertama dibandingkan pada waktu lain dalam hidupnya[1].

Lingkar kepala bayi harus selalu diukur sesuai dengan usianya untuk mengetahui ukuran tengkoraknya. Ukuran tengkorak bayi mencerminkan pertumbuhan otaknya, jika otak bayi tidak tumbuh dan berkembang secara normal, maka lingkar kepalanya mungkin tidak bertambah seperti sesuai dengan usianya. Otak yang tumbuh terlalu lambat bisa jadi karena otak terluka ketika bayi masih dalam kandungan. Di sisi lain, jika tengkorak tumbuh terlalu cepat, itu bisa menjadi tanda adanya masalah seperti *hidrosefalus* (penumpukan cairan di otak) [2].

Rata-rata lingkar kepala bayi baru lahir sekitar 35 cm, dan dalam waktu 1 bulantumbuh menjadi 38 cm. Karena bayi laki-laki cenderung sedikit lebih besar daripada anak perempuan, kepala mereka lebih besar dengan perbedaan rata-rata kurang dari 1 cm. Perlu diketahui, ukuran lingkar kepala bayi normal saat lahir sampai usia 2 tahun berkisar antara 35 - 49 cm. Ukuran rata-rata ubun-ubun besar saat lahir adalah 2,1 cm yang akan mengecil dengan bertambahnya usia[2].

Lingkar kepala bayi juga sangat bervariasi. Namun, aturan praktisnya adanya bahwa selama 6 bulan pertama, lingkar kepala bayi sekitar 2 cm lebih besar dari ukuran dadanya. Mulai dari usia 6 bulan hingga 2 tahun, kepala bayi akan memiliki ukuran yang sama dengan dada. Sementara setelah usia 2 tahun, tubuh bayi sudah melebihi pertumbuhan kepalanya.

Para peneliti dari Universitas Bristol dan Glasgow menemukan bahwa sebagian besar anak-anak (lebih dari 8 dalam 10, atau 85%) yang memiliki kepala sangat kecil terus berkembang secara normal. Hanya sejumlah kecil anak yang mengalami masalah pendidikan atau perkembangan nantinya, meskipun ini lebih sering terjadi pada anak-anak dengan kepala berukuran normal[3].

Masalah yang dihadapi sekarang adalah pada saat pengukuran kepala lingkaran kepala bayi seringkali merasa tidak nyaman kemudian menangis, dikarenakan pengukuran masih dilakukan menyentuh kepala bayi pita ukur yang tidak elastis. Pengukuran kepala meliputi lingkaran dari bagian atas alis, melewati bagian atas telinga, sampai bagian paling menonjol di belakang kepala.

Solusi untuk mengatasi masalah di atas antara lain dapat dilakukan dengan cara mengukur lingkaran kepala bayi menggunakan alat ukur *contactless* atau tanpa sentuh berbasis sensor ultrasonik. Pengukuran menggunakan sensor ultrasonik ini memungkinkan untuk melakukan pengukuran jarak dengan sangat cepat bahkan hampir tidak ada delay[4].

Sensor ultrasonik dipilih karena kelebihan-kelebihannya yang dimilikinya antara lain gelombang ultrasonik tidak terpengaruh oleh warna dan transparansi objek karena mendeteksi jarak melalui gelombang suara, berfungsi dengan baik ditempat yang redup, cenderung mengkonsumsi arus atau daya yang lebih rendah, serta aman digunakan dibandingkan menggunakan sensor laser yang berbahaya jika tidak sengaja terkena mata bayi. Gelombang ultrasonik juga bermanfaat untuk diagnosis dan pengobatan dalam bidang kedokteran[5].

Tren solusi pengukuran saat ini menggunakan sensor-sensor berbasis *contactless* yaitu sensor tidak menempel secara langsung pada objek yang diukurnya. Ada beberapa jenis sensor jarak berbasis *contactless* seperti ultrasonik, *infrared*, *proximity* dan laser. Sensor-sensor tersebut dapat digunakan untuk menentukan kedekatan suatu objek tanpa adanya kontak fisik.

Perkembangan pengukuran berbasis *contactless* sensor belakangan ini menjadi topik menarik di dunia kesehatan terutama pada masa pandemic

Covid-19 tahun 2019 - 2021 dapat dimanfaatkan untuk memprediksi atau mengukur lingkaran kepala bayi yang akan menjadi topik pada penelitian ini yang menarik dan menantang untuk diteliti. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menghasilkan alat ukur pengukuran lingkaran kepala yang akurat menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Perumusan masalah pada penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagaimanacara mengukur lingkaran kepala bayi dengan menggunakan alat ukur yang tidak bersentuhan (*contactless*).
2. Bagaimana mengolah data hasil pembacaan sensor ultrasonik dengan mikrokontroler ESP32 dan algoritma Lingkaran Elips untuk mendapatkan lingkaran kepala anak.
3. Bagaimana menampilkan data pengukuran di antar muka pengguna.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- 1.3.1 Sistem menggunakan dan 4 sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis mikrokontroller ESP32 dan *WIFI/Bluetooth*.
- 1.3.2 Alat hanya digunakan untuk mengukur lingkaran kepala berbentuk normal. Perhitungan lingkaran kepala menggunakan algoritma Lingkaran Elips.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1.4.1 Merancang dan merealisasikan prototype system pengukuran lingkaran kepala bayi dengan alat ukur *contactless* menggunakan mikrokontroller ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04.

1.4.2 Menerapkan algoritma Lingkaran Elips untuk mengolah data hasil pembacaan sensor ultrasonik.

1.4.3 Menampilkan hasil ukur pada antar muka pengguna.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

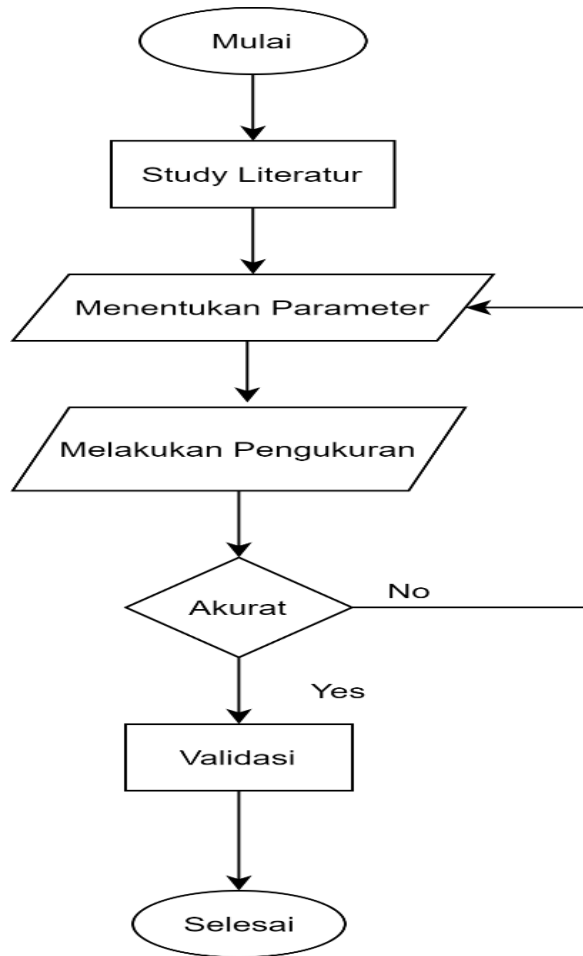
Penelitian ini dimaksudkan untuk mengimplementasikan *Internet of Things* (IoT) dalam pengembangan dan memanfaatkan teknologi pengukuran berbasis *contactless* sensor ultrasonik dan perkembangan *microchip controller* sebagai kesatuan alat ukur lingkaran kepala bayi yang presisi. Hasil pengukuran dikirimkan ke *smartphone* atau *laptop* melalui internet, dengan demikian catatan pengukuran bayi dapat diolah dan disimpan perkembangannya dengan lebih mudah.

## **1.6 Metodologi Penelitian**

Metode penelitian merupakan rencana penelitian yang mengacu pada jenis atau macam penelitian yang dipilih untuk mencapai tujuan penelitian, serta berperan sebagai pedoman untuk mencapai tujuan tersebut. Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Penelitian pada dasarnya adalah suatu kegiatan atau proses sistematis untuk memecahkan masalah yang dilakukan dengan menerapkan metode ilmiah[6].

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan produk alat Pengukur Lingkaran Kepala dengan mikrokontroler ESP32 dan Sensor Ultrasonik dengan algoritma elips, guna mempermudah pengukuran kepala bayi dengan hasil yang akurat.

Sensor yang digunakan dalam pengukuran lingkaran kepala menggunakan sensor Ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan mengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Hasil pengukuran di proses di dalam mikrokontroler ESP32 dengan hasil Diameter 1 dan Diameter 2 akan di perlihatkan dalam LCD. Selanjutnya akan melalui algoritma elips untuk menghitung ukuran kepala, yang akan di tampilkan dalam visualisasi dalam layar monitor menggunakan *WiFi*.



Gambar 1.6-1 Diagram Alir langkah-langkah penelitian

Berdasarkan diagram alir Gambar 1.6-1 bahwa tahapan awal dalam penulisan ini adalah melakukan studi pustaka tentang penelitian yang sudah ada sebelumnya, sehingga bisa menentukan parameter-parameter yang akan digunakan. Selanjutnya pengukuran dapat dilakukan dengan parameter yang sudah ditentukan, dilihat apakah hasilnya akurat atau tidak untuk dilakukan validasi data. Jika tidak valid maka akan kembali pada penentuan parameter yang perlu di kaji ulang. Jika validasi dapat diterima maka data diagram alir dinyatakan selesai [7].