

Analisis Pengukuran Pada Rancang Bangun Kalibrator Centrifuge Berbasis Android

Husna Dea Setyawati[#], I Dewa Gede Hari Wisana, Dwi Herry Andayani

Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya

Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60245, Indonesia

[#]husnadeasetyawati@gmail.com, dewa@poltekkesdepkes-sby.ac.id, andayanidwiherry@yahoo.co.id

Abstract— The centrifuge to be used must be in a usable condition by comparing it with a traceable measuring instrument, namely a tachometer. So that the results of the RPM rotation match the setting value. Developments have been carried out by several previous researchers but it has several shortcomings, namely sending data using a cable, not equipped with a hold mode, and entering data manually. The purpose of this study was to analyze the measurements in the design and build of an android-based tachometer with three different distances. The contribution of this research is the system for sending measurement display data automatically to Android and is equipped with a stand to place the tachometer. The transmitter emits a laser beam to the object which will be captured by the receiver and will be processed to be displayed to android. Measurements were made 5 times in each setting with a distance of 20cm, 30cm and 40cm for single and double laser sensors. The average error value for the largest single sensor is 1.8% of the distance of 40cm and on the double sensor is 2% of the distance of 20cm. The results of this study indicate that sending data directly to Android can minimize human error and the reading results of two different sensors in the tachometer design can produce different values at different distances. This research can be implemented as a measuring tool for measuring the speed of a centrifuge motor with the use of which is easier and can streamline data collection time.

Keywords— *Tachometer, Stand, Android*

Abstrak— Centrifuge yang akan digunakan harus dalam kondisi laik pakai dengan membandingkan dengan alat ukur yang tertelusur yaitu tachometer. Agar hasil putaran RPM sesuai dengan nilai setting. Telah dilakukan pengembangan oleh beberapa peneliti sebelumnya namun memiliki beberapa kekurangan yaitu pengiriman data menggunakan kabel, tidak dilengkapi mode hold, dan memasukkan data secara manual. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengukuran pada rancang bangun rancang bangun tachometer berbasis android dengan posisi tiga jarak yang berbeda. Kontribusi penelitian ini adalah sistem pengiriman data tampilan pengukuran secara otomatis ke android dan dilengkapi dengan stand untuk meletakkan tachometer. Transmitter memancarkan sinar laser ke objek yang akan ditangkap oleh receiver dan akan diolah untuk ditampilkan ke android. Pengukuran dilakukan 5 kali pada masing-masing setting dengan jarak 20cm, 30cm, dan 40 cm untuk single dan double sensor laser. Nilai rata-rata error pada single sensor terbesar adalah 1,8% jarak 40cm dan pada double sensor adalah 2% jarak 20cm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengiriman data langsung ke android dapat meminimalisir human error dan hasil pembacaan dua macam sensor yang berbeda pada rancang bangun tachometer dapat menghasilkan nilai yang berbeda pada jarak yang berbeda pula. Penelitian ini dapat diimplementasikan sebagai alat ukur kecepatan motor centrifuge dengan penggunaan yang lebih mudah dan dapat mengefisiensi waktu pendataan.

Kata Kunci—*Tachometer, Stand, Android*

I. PENDAHULUAN

Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur (*traceable*) ke standar nasional maupun internasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi [1]. Salah satu alat ukur yang perlu dilakukan kalibrasi adalah centrifuge, sedangkan alat untuk mengkalibrasi centrifuge adalah tachometer. Alat Tachometer adalah sebuah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, seperti

alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesin [2]. Kata tachometer berasal dari kata Yunani tachos yang berarti kecepatan dan metron yang berarti untuk mengukur. Prinsip kerja dari alat tachometer yaitu mengukur rotasi poros mesin perangkat menyerupai generator listrik yang bervariasi sesuai dengan kecepatan putaran mesin. Arus listrik yang dihasilkan ini kemudian di konversikan dalam RPM [3].

Saat ini rata-rata laboratorium kalibrasi menggunakan tachometer non kontak yang masih menggunakan pencatatan data manual, menurut pengamatan penulis waktu pencatatan

penulisan hasil kalibrasi secara manual kurang efisien, ditambah beberapa faktor kesalahan seperti human error. Hasil pengukuran kecepatan centrifuge harus dilakukan dengan tepat, hal ini menyangkut dengan keakurasian hasil pembacaan data [2].

Penelitian tentang rancang bangun tachometer pernah dilakukan oleh beberapa orang berikut. Andrik Budi K (2011) membuat Tachometer Non Contact Berbasis Mikrokontroler Via Serial RS232 Ke Personal Computer dengan menggunakan laser DC. Laser DC disini digunakan sebagai pemancar cahaya dan phototransistor sebagai penerima cahaya. Namun pada penelitian tersebut masih kurang efektif pada sistem pengiriman data karena menggunakan kabel. Kemudian Tera Hanifah (2016) membuat Tachometer Berbasis Mikrokontroler Atmega 8 Dilengkapi Dengan Mode Hold, yang digunakan untuk menstabilkan proses pengukuran. Pada penelitian ini masih menggunakan mikrokontroler Atmega 8, sedangkan perkembangan yang terkini telah tersedia mikrokontroler Atmega 328 yang lebih praktis baik dari segi penggunaannya maupun pemrogramannya. Pada tahun yang sama Mamik (2016) juga membuat Tachometer non contact berbasis arduino, namun tidak dilengkapi dengan mode hold, tetapi penelitian ini menggunakan stand untuk meletakkan tachometer pada saat pengukuran. Penelitian berikutnya oleh Septian Aan Cahyani membuat rancang bangun tachometer dilengkapi pemroses data (2018). Pada penelitian ini data diolah melalui macro excel, dan masih memiliki kekurangan adanya ketidak akurasian pada hasil pengukuran. Kemudian penelitian selanjutnya dilakukan oleh Irfan Maulidin membuat rancang bangun tachometer menggunakan mode timer untuk mengetahui hasil pembacaan modul pada waktu tertentu yang sesuai dengan setting (2019) namun pada alat tersebut menurut penulis masih memiliki kelemahan karena fakta di lapangan pada saat proses melakukan kalibrasi membutuhkan waktu yang cukup lama karena harus menulis data terlebih dahulu ke lembar kerja kemudian memasukkan data ke PC secara manual untuk mengetahui hasilnya. Proses seperti ini, memungkinkan terjadinya kesalahan yang disebabkan oleh human error pada waktu memasukkan data secara manual. Selain masalah tersebut pada penelitian sebelumnya pengambilan data yang dilakukan masih kurang tepat karena hasil pengambilan data modul tidak menggunakan pembanding alat yang terstandar [4].

Dengan memandang kronologis diatas hasil identifikasi permasalahan atau kelemahan – kelemahan pada penelitian sebelumnya, maka penulis mencoba mengembangkan dengan analisis pengukuran pada rancang bangun rancang bangun tachometer berbasis android. Alat yang akan dibuat dilengkapi pengiriman data tampilan pengukuran secara otomatis ke android, serta modul telah dilengkapi stand untuk meletakkan tachometer pada saat pengukuran. Kemudian untuk pengambilan datanya, penulis akan membandingkan modul pembuatan dengan tachometer yang sesuai standar, lalu di analisis hasil error maupun perbedaan hasil pembacaan antara

modul dengan alat yang terstandar. Penulis juga akan menganalisis beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran pada tachometer yang mengakibatkan error.

II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

A. Setting Percobaan

Penelitian ini menggunakan lima settingan RPM yaitu 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 pada centrifuge dengan tiga jarak pengukuran berbeda yaitu 20 cm, 30 cm, 40 cm. Pengukuran ini menggunakan dua sensor laser yaitu single sensor laser dan double sensor laser.

1) Bahan dan Alat

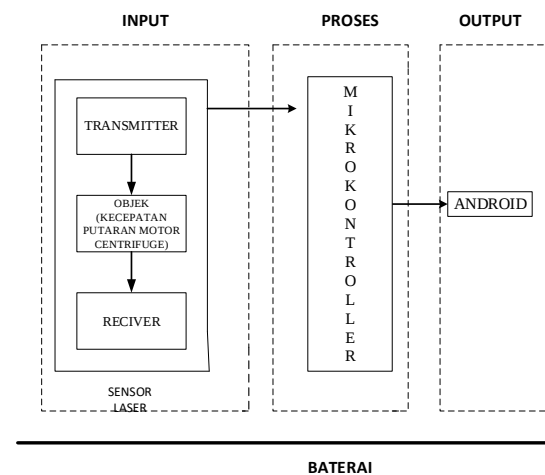
Penelitian ini menggunakan tachometer pembanding merk kimo CT-50. Pada saat pengambilan data centrifuge yang digunakan yaitu CH-16D. Sensor yang digunakan yaitu single sensor laser dan double sensor laser untuk mengetahui perbedaan hasil pembacaan pengukuran. Mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32 yang sudah terdapat bluetooth internal untuk melakukan pengiriman data ke android.

2) Eksperimen

Dalam penelitian ini, setelah desain selesai maka respons pembacaan pada kedua sensor diuji menggunakan lima kecepatan RPM yang berbeda yaitu 2000, 2500, 3000, 3500, 4000. Pada tiap jarak pengukuran yang berbeda yaitu 20cm, 30cm, dan 40cm.

B. Diagram Balok

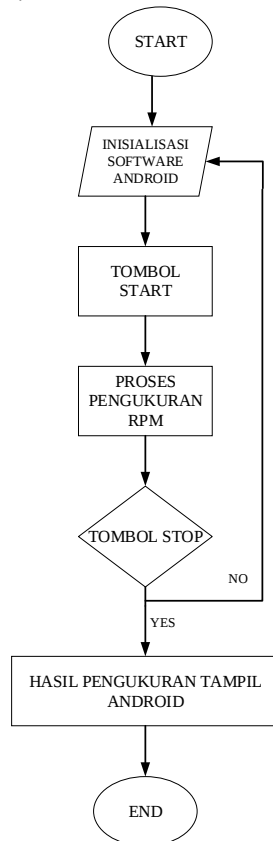
Dalam penelitian ini diagram blok seluruh proses rancang bangun ditunjukkan pada gambar 1. Transmitter memancarkan sinar laser yang kemudian ditembakkan ke objek. Objek tersebut diberi garis putih sebagai bidang reflektif yang akan ditangkap oleh receiver. Receiver mengeluarkan output berupa sinyal digital yang akan diteruskan dan dikonversi dalam bentuk RPM oleh mikrokontroler. Nilai RPM tersebut akan ditampilkan ke android. Tekan start untuk memulai pengukuran dan jika pengukuran sudah stabil tekan tombol stop. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada display.



Gambar 1. Diagram Balok Tachometer Android

C. Diagram Alir

Dalam penelitian ini diagram alir seluruh proses rancang bangun ditunjukkan pada gambar 2. Dengan cara kerja sebagai berikut. Ketika tombol ON ditekan maka keseluruhan rangkaian akan mendapatkan supply tegangan dari baterai. Saat putaran centrifuge sudah cukup stabil, kemudian tekan tombol start untuk memulai pengukuran dan setelah hasil yang ditampilkan cukup stabil tekan tombol stop maka hasilnya akan ditampilkan pada android. Jika ingin mengulangi pengukuran tekan tombol delete, maka android akan memulai inialisasi kembali.

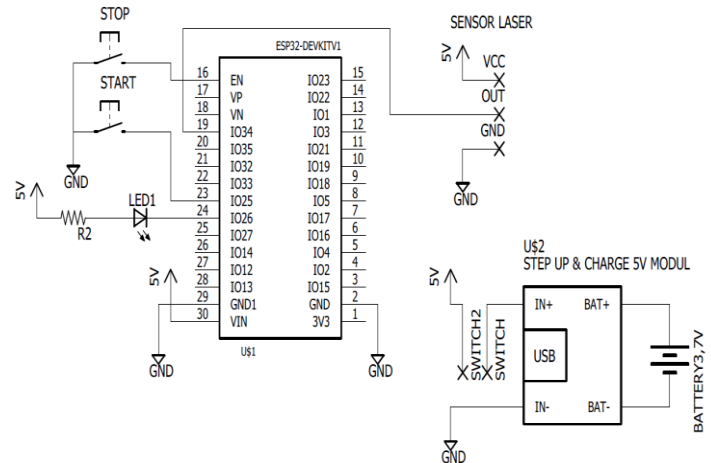


Gambar 2. Diagram Alir Tachometer Android

D. Rangkaian Sensor dan Mikrokontroller

Dalam penelitian ini rangkaian keseluruhan rancang bangun ditunjukkan pada gambar 3. Seluruh rangkaian di supply tegangannya oleh baterai DC 3,7V yang dinaikkan tegangannya menjadi 5V menggunakan modul step up. Selain berfungsi sebagai modul step up modul ini juga digunakan sebagai modul charger untuk pengisian daya baterai. Output baterai 5V tersambung pada pin 30 mikrokontroller ESP32 dan output groundnya tersambung pada pin 29 mikrokontroller ESP32 sebagai tegangan sumber. Output baterai 5V tersambung pada resistor R2 yang kemudian menyambung ke kaki anoda led L1, dan kaki katoda led L1 masuk pada pin 25 mikrokontroller

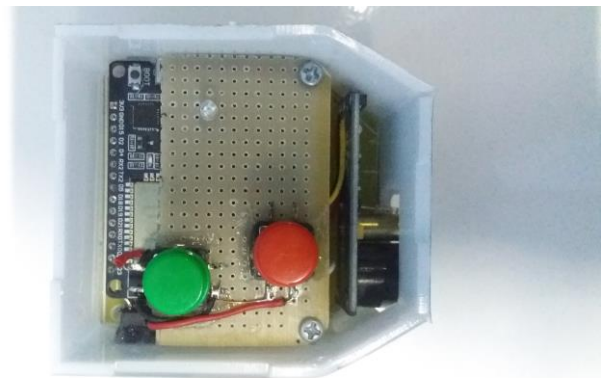
ESP32. L1 berfungsi sebagai indikator modul. Kemudian sensor laser yang peneliti gunakan memiliki 3 pin yaitu Vin, Out, dan Ground. Pin Vin tersambung pada supply 5V, pin out tersambung pada pin 19 mikrokontroller ESP32, sedangkan pin groundnya tersambung pada ground baterai. Kedua tombol start dan stop salah satu kakinya tersambung pada ground baterai dan salah satu kakinya lagi tersambung pada pin 23 dan 16 mikrokontroller ESP32.



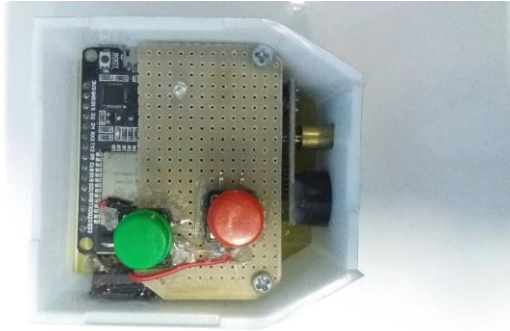
Gambar 3. Rangkaian Sensor dan Mikrokontroller Tachometer Android

III. HASIL

Pada penelitian ini output digital pada sensor laser masuk pada inputan digital mikrokontroller ESP32 yang mendapat supply tegangan dari baterai. Pengukuran dilakukan sebanyak lima kali pada masing-masing setting RPM dengan jarak pengukuran yang berbeda-beda.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Single Tachometer Android



Gambar 5. Rangkaian Sensor Double Tachometer Android

Pada penelitian ini hasil tampilan android yang dapat ditampilkan oleh penulis ditunjukkan pada gambar 6. Software yang penulis gunakan untuk membuat aplikasi tampilan pada android ini adalah MitApp.



Gambar 6. Tampilan Display Tachometer Android

1) Rancang Bangun Tachometer Digital

Foto dari rangkaian sensor single laser ditunjukkan pada gambar 4 dan rangkaian sensor double laser ditunjukkan pada gambar 5 yang masing-masing terdapat ESP32 sebagai mikrokontroler yang sekaligus dilengkapi bluetooth internal untuk pengiriman data ke android. Selain mikrokontroler pada blok modul ini juga dilengkapi dengan tombol untuk memulai dan mengakhiri pengukuran RPM.

2) Listing Program untuk Mengaktifkan Bluetooth pada ESP32

Pada saat awal alat dihidupkan atau direset maka modul akan secara otomatis mengaktifkan bluetooth yang ada pada mikrokontroler ESP32. Listing ("Tachometer_Single Laser") dan ("Tachometer_Double Laser") berfungsi untuk menentukan ID bluetooth pada modul.

```
#include "BluetoothSerial.h"
#ifndef CONFIG_BT_ENABLED ||
#define CONFIG_BLUEDROID_ENABLED
#error Bluetooth is not enabled! Please run `make
menuconfig` to and enable it
#endif

SerialBT.begin("Tachometer_Single Laser");
SerialBT.begin("Tachometer_Double Laser");
```

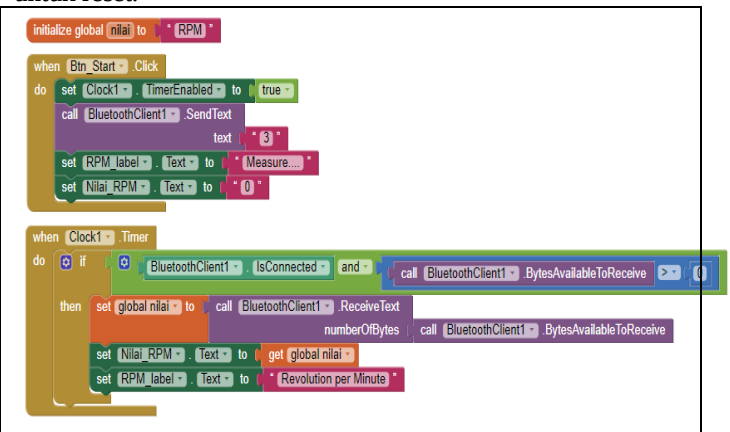
3) Listing Program Untuk Pembacaan dan Perhitungan Nilai RPM

Mikrokontroler akan membaca perubahan logika HIGH ke LOW atau sebaliknya dari output sensor laser yang terdapat pada pin 34. Nilai RPM didapatkan dari perhitungan 60 detik/waktu perubahan logika sensor.

```
state1 = digitalRead(34);
if(state2!=state1){
  if (state2>state1){
    currentTime = micros();
    diffTime = currentTime - prevTime;
    rps = 1000000/diffTime;
    rpm = 60000000/diffTime;
    rev = rpm;
    prevTime = currentTime;}
  state2 = state1;}
```

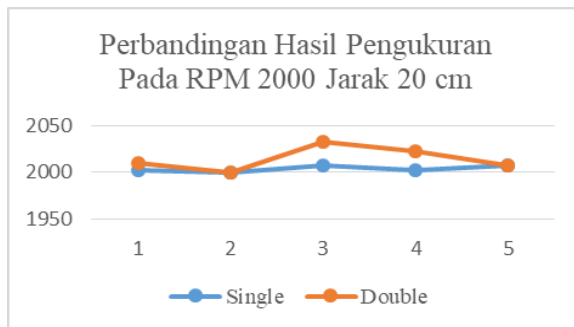
4) Listing Program Pada MitApp untuk Menampilkan Data pada Android

Ketika tombol start pada tampilan ditekan maka bluetooth android akan menerima nilai RPM yang dikirimkan oleh modul kemudian ditampilkan pada bagian tengah tampilan. Kemudian apabila tombol stop pada tampilan ditekan maka bluetooth android tidak lagi terkoneksi dengan bluetooth modul dan akan memberikan perintah pada modul untuk reset.



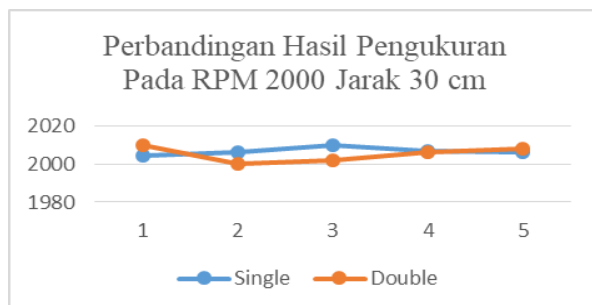
5) Hasil Perbandingan

Pada penelitian ini didapatkan hasil perbandingan pengukuran antara sensor laser single dan sensor laser double yang digambarkan pada grafik sebagai berikut.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Dua Sensor Pada Jarak 20cm

Gambar 7 merupakan hasil pengukuran menggunakan modul dengan sensor single dan double laser pada jarak 20cm yang dilakukan sebanyak 5 kali pada masing-masing modul dengan setting 2000 rpm.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Dua Sensor Pada Jarak 20cm

Gambar 8 merupakan hasil pengukuran menggunakan modul dengan sensor single dan double laser pada jarak 30cm yang dilakukan sebanyak 5 kali pada masing-masing modul dengan setting 2000 rpm.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Dua Sensor Pada Jarak 20cm

Gambar 9 merupakan hasil pengukuran menggunakan modul dengan sensor single dan double laser pada jarak 40cm yang dilakukan sebanyak 5 kali pada masing-masing modul dengan setting 2000 rpm.

6) Error RPM (Rotation Per Minutes)

Hasil pengukuran RPM modul single laser pada jarak 20 cm terdapat error pada Tabel I.

TABEL 1 NILAI ERROR PADA SINGLE LASER PADA JARAK 20CM

SETTING	ERROR %
1000	1
2000	0,4
3000	0,4
4000	0,6
5000	0,4
6000	0,6
7000	0,4
8000	0,8
9000	0,4
10000	1
11000	0,4
12000	0,8

Hasil pengukuran RPM modul single laser pada jarak 30 cm terdapat error pada Tabel II.

TABEL II NILAI ERROR PADA SINGLE LASER PADA JARAK 30CM

SETTING	ERROR %
1000	0,8
2000	1
3000	0,6
4000	0,4
5000	0,4
6000	0,6
7000	0,8
8000	1
9000	0,6
10000	0,4
11000	0,8
12000	0,6

Hasil pengukuran RPM modul single laser pada jarak 40 cm terdapat error pada Tabel III.

TABEL III NILAI ERROR PADA SINGLE LASER PADA JARAK 40CM

SETTING	ERROR %
1000	1,2
2000	1,4
3000	1,8
4000	1,6
5000	1,8
6000	1,2
7000	1,4
8000	1,6
9000	1,6
10000	1,4
11000	1,6
12000	1,6

Hasil pengukuran RPM modul double laser pada jarak 20 cm terdapat error pada Tabel IV.

TABEL IV NILAI ERROR PADA DOUBLE LASER PADA JARAK 20CM

SETTING	ERROR %
1000	2
2000	1,6
3000	1,6
4000	1,8
5000	1,8
6000	1,6
7000	1,2
8000	1,8
9000	1,8
10000	1,6
11000	1,8
12000	1,8

Hasil pengukuran RPM modul double laser pada jarak 30 cm terdapat error pada Tabel V.

TABEL V NILAI ERROR PADA DOUBLE LASER PADA JARAK 30CM

SETTING	ERROR %
1000	1,6
2000	2
3000	1,4
4000	1,2
5000	1,4
6000	1
7000	1,4
8000	1,2
9000	1,4
10000	1,8
11000	1,6
12000	1,6

Hasil pengukuran RPM modul double laser pada jarak 40 cm terdapat error pada Tabel VI.

TABEL VI NILAI ERROR PADA DOUBLE LASER PADA JARAK 40CM

SETTING	ERROR %
1000	0,4
2000	0,6
3000	0,8
4000	0,6
5000	0,8
6000	0,4
7000	0,6
8000	0,4
9000	0,8
10000	0,6
11000	1
12000	0,8

Pada pengukuran nilai RPM yang didapat berbeda pada masing-masing sensor dan jarak yang berbeda pula. Nilai pengukuran juga menghasilkan nilai error yang berbeda.

IV. PEMBAHASAN

Kinerja sistem secara keseluruhan bekerja sesuai dengan program pada mikrokontroller ESP32 dan sistem dapat menampilkan hasil pembacaan data RPM pada android.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan proses pembuatan dan studi literatur, pengujian modul dan pendataan, maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Sensor laser dapat digunakan untuk mendeteksi putaran per menit (RPM). Penulis membuat 2 modul tachometer dengan menggunakan 2 macam sensor laser yaitu sensor single laser dan sensor double laser.
2. Dapat digunakannya modul mikrokontroler ESP32 sebagai pemrosesan logika output yang dihasilkan oleh sensor laser menjadi nilai putaran per menit (RPM).
3. Dapat digunakannya aplikasi android yang dibuat menggunakan Mit App Inventor untuk menampilkan nilai putaran per menit (RPM) dan terdapat tombol virtual pada aplikasi sehingga dapat mengontrol modul pada saat pengukuran.
4. Setelah dilakukannya pengujian dengan membandingkan modul dengan kalibrator (pembanding) terhadap centrifuge dengan pemilihan setting RPM 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 dan jarak pengukuran dengan rentang 20cm, 30cm, 40cm didapatkan hasil tachometer modul single laser memiliki nilai ketidakpastian dan error lebih rendah daripada tachometer modul double laser pada jarak pengukuran 40cm sedangkan pada jarak pengukuran 20cm hasil tachometer modul single laser memiliki nilai

ketidakpastian dan error lebih tinggi daripada tachometer modul double laser.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Abdul and J. Rasool, "Standard Iso / Iec Standard Iso / Iec," 2002.
- [2] R. Cited, "Laser Strobe Tachometer," vol. 2, no. US010151767B2, pp. 1–5, 2018.
- [3] Enny, "Tachometer Laser , Pemakaian Dan Perawatannya," vol. 13, no. 1, pp. 7–12, 2017.
- [4] I. Maulidin, D. Titisari, and A. Kholiq, "Tachometer Berbasis Mikrokontroler Dilengkapi Fitur Timer," vol. 1, pp. 214–219, 2019.