

MODIFIKASI *Centrifuge* DILENGKAPI SISTEM PENDETEKSI KETIDAKSEIMBANGAN SENTRIFUGASI BERBASIS ARDUINO

(Centrifuge Modification Equipped With Arduino-Based Centrifuge Imbalance Detection System)

Kusnadi^{1*}, Galih Persadha², Hikmah Mayasari³, Hendra Rasyid⁴
Politeknik Unggulan Kalimantan
Email : kusnadiaja31@gmail.com

ABSTRACT

In the laboratory, a device is needed that is able to separate suspended particles in liquids according to their particle size and density. Centrifuge is the separation of blood and other body fluids such as urine, in certain cases it is necessary to separate its constituent components to facilitate the examination process. Centrifugation balance is a critical aspect of its operation. Mass imbalances in the rotor can cause vibration, excessive noise, and even damage to the tool. Therefore, the development of a centrifugation imbalance detection system is an important step to identify and address imbalances. Rotation imbalances can result in sample holder rupture, centrifuge damage, and sample contamination. The factors that affect the rotational balance and vibration of the centrifuge are the balance of the sample position and the number of samples.

The method used in the research is Research and Development. Test results from field data for power supply voltage of 12.21 Vdc with an error accuracy of 1.75 %. In the DC to DC Buck Converter test, the average voltage is measured at 5.005 Vdc, the error accuracy is 0.1 %. In the Arduino Uno pin test, the average voltage measured is 5.005 Vdc, the accuracy error is 0.1 %. In the centrifuge time test, a comparison of 15.02 minutes was obtained, with an error accuracy of 02 seconds, and an error accuracy of 0.2 %. The feasibility test of the tool differs samples from 1 ml to 4 ml and speeds from 1000 RPM to 4000 RPM, the feasibility test includes validation assessments, function tests, and material validators are obtained 100 % and 88 %, meaning that this tool is very feasible to use.

Keywords: *Centrifuge, Centrifugation, and Motor Balance*

ABSTRAK

Di laboratorium diperlukan alat yang mampu memisahkan partikel tersuspensi dalam cairan menurut ukuran partikel dan kepadatannya. *Centrifuge* adalah pemisahan darah dan cairan tubuh lain seperti urine, dalam kasus tertentu perlu dilakukan pemisahan komponen penyusun-nya untuk memudahkan proses pemeriksaan. Keseimbangan sentrifugasi menjadi aspek kritis dalam pengoperasiannya. Ketidakseimbangan massa pada rotor dapat menyebabkan getaran, kebisingan berlebihan, dan bahkan merusak alat. Oleh karena itu, pengembangan sistem pendeteksi ketidakseimbangan sentrifugasi adalah langkah penting untuk mengidentifikasi dan mengatasi ketidakseimbangan. Ketidakseimbangan putaran dapat mengakibatkan pecahnya tempat sampel, kerusakan *centrifuge*, dan kontaminasi sampel. Faktor yang mempengaruhi keseimbangan putaran dan getaran *centrifuge* adalah keseimbangan posisi sampel dan jumlah sampel.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *Research and Development*. Hasil pengujian dari data di lapangan untuk tegangan power supply 12,21 Vdc dengan akurasi Error 1,75 %.

Pada pengujian DC to DC Buck Converter rata-rata tegangan yang terukur 5,005 Vdc, akurasi Error 0,1 %. Pada pengujian pin Arduino Uno rata-rata tegangan yang terukur 5,005 Vdc akurasi Error 0,1 %. Pada pengujian waktu centrifuge didapat perbandingan 15.02 menit, dengan akurasi Error 02 detik, dan akurasi Error 0,2 %. Uji kelayakan alat perbedaan sampel dari 1 ml sampai 4 ml dan kecepatan dari 1000 RPM sampai 4000 RPM, uji kelayakan meliputi penilaian validasi uji fungsi dan validator materi didapat 100 % dan 88 % artinya alat ini sangat layak untuk digunakan.

Kata Kunci: Centrifuge, Sentrifugasi, Dan Keseimbangan Motor

PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan suatu bidang yang juga terdapat dalam bidang kesehatan. Peralatan laboratorium sebagai bagian dari elektromedik juga ikut mengalami modernisasi, salah satunya adalah *Centrifuge*. Alat ini banyak digunakan pada laboratorium-laboratorium klinik maupun rumah sakit. Dalam pemeriksaan di laboratorium diperlukan suatu alat yang mampu memisahkan partikel tersuspensi dalam cairan menurut ukuran partikel dan kepadatannya. Contoh penggunaan *centrifuge* yaitu adalah pemisahan darah dan cairan tubuh lain seperti urine juga dalam kasus tertentu perlu dilakukan pemisahan komponen penyusun-nya untuk memudahkan proses pemeriksaan (Ilham, 2017)

Keseimbangan sentrifugasi menjadi aspek kritis dalam pengoperasian *centrifuge*. Ketidakseimbangan massa pada rotor *centrifuge* dapat menyebabkan getaran, kebisingan berlebihan, dan bahkan merusak alat. Oleh karena itu, pengembangan sistem pendeteksi keseimbangan sentrifugasi adalah langkah penting untuk mengidentifikasi dan mengatasi ketidakseimbangan ini. Dalam penggunaannya, *centrifuge* sangat dipengaruhi oleh faktor keseimbangan, dengan tidak seimbang putarannya pada *centrifuge* dapat mengakibatkan pecahnya tempat sampel, kerusakan *centrifuge*, dan kontaminasi sampel pada saat *centrifuge* dijalankan. Pecahnya tempat sampel maupun kerusakan *centrifuge* dan juga kontaminasi sampel merupakan pengaruh dari keseimbangan yang tidak seimbang dan juga getaran yang berlebih saat *centrifuge* dijalankan. Faktor yang mempengaruhi keseimbangan putaran dan getaran *centrifuge* saat *centrifuge* dijalankan adalah keseimbangan posisi sampel dan jumlah sampel yang disentrifugasi (Infolabmed, 2025).

Karena banyaknya sampel yang harus dipisahkan dan tuntutan harus didapatkan hasil secepatnya, banyak analis yang merasa terburu buru untuk melakukan sentrifugasi sehingga sampel yang ingin disentrifugasi posisi peletakan nya salah yang akan mengakibatkan pecahnya tempat sampel, rusaknya *centrifuge* dan membuat kontaminasi sampel, selain itu meja kerja yang kurang maksimal untuk meletakkan alat *centrifuge* itu sendiri juga berpengaruh yang mana membuat getaran dari *centrifuge* sangat besar (Tiwi, 2017). Hal tersebut membuat penulis ingin memodifikasi *centrifuge* yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan, ketahanan, dan keandalan operasional alat. Dengan mengidentifikasi ketidakseimbangan, alat dapat berhenti secara otomatis atau memberikan peringatan kepada pengguna, yang akan mengurangi risiko kerusakan alat dan pecahnya tempat sampel.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana memodifikasi cara kerja dan prinsip kerja *centrifuge* dilengkapi sistem pendeteksi keseimbangan sentrifugasi berbasis Arduino ?.

Tujuan dari memodifikasi *centrifuge* dilengkapi sistem pendeteksi ketidakseimbangan sentrifugasi berbasis Arduino untuk meningkatkan kinerja, keamanan, dan keandalan operasional alat yaitu : meningkatkan keamanan operasional, mencegah kerusakan pada alat, dan mencegah rusaknya sampel yang di sentrifugasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development/R&D*). *Research and Development* adalah metode penelitian yang

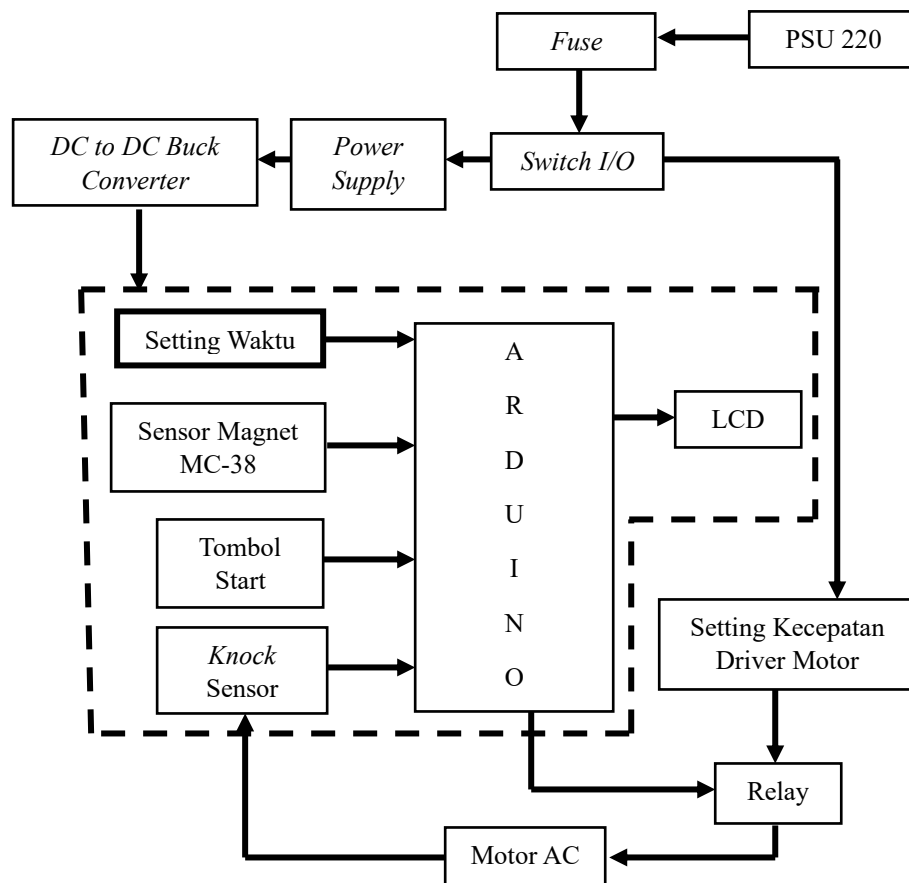
digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Yuliani, 2021).

Perancangan Hardware & Software

1. Perancangan Hardware

a. Blok Diagram

Blok diagram Modifikasi *Centrifuge* Dilengkapi Sistem Pendeteksi Ketidakseimbangan Sentrifugasi Berbasis Arduino dapat dilihat pada Gambar 1.



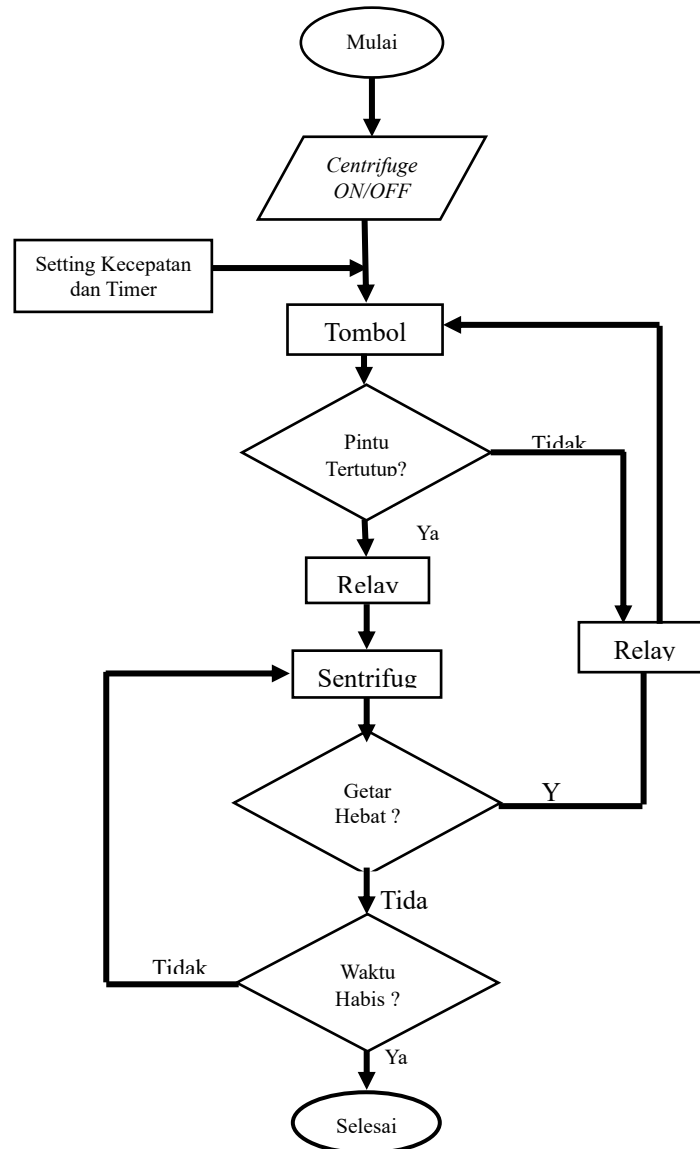
Gambar 1 Blok Diagram Modifikasi *Centrifuge* Dilengkapi Sistem Pendeteksi Ketidakseimbangan Sentrifugasi Berbasis Arduino

Power Supply Unit 220 Vac akan memberi tegangan ke *fuse* untuk mengamankan tegangan berlebih ke *switch ON/OFF*, Ketika *switch* di *ON* maka tegangan 220 Vac akan masuk ke potensiometer untuk menyuplai settingan kecepatan tegangan ke motor AC. dan mengubah arus AC menjadi arus DC. Selanjutnya *DC to DC Buck Converter* akan memberikan tegangan yang diatur, ini bertujuan untuk memberikan daya DC ke rangkaian mikrokontroler dan yang lain (Prinsip Kerja DC Power Supply (Adaptor) Secara Lengkap, 2024). Mikrokontroler berfungsi sebagai otak pengontrol relay yang mana sebelumnya kecepatan dan timer dimasukkan secara analog dan kemudian pintu ditutup terlebih dahulu sebelum memulai sentrifugasi karena pintu centrifuge tersambung dengan sensor magnet MC-38 yang mana fungsinya sebagai pengaman apabila pintu tidak ditutup maka tombol start tidak bisa berfungsi dan saat sentrifugasi berlangsung apabila pintu tersebut dibuka maka motor mati, untuk menghidupkan motor kembali pintu harus dalam keadaan tertutup (Roghib, 2018). Saat *centrifuge* berputar terdapat getaran yang mana getaran tersebut dijadikan apakah pemutaran tersebut seimbang atau tidak, getaran tersebut akan ditangkap *Knock*

Sensor kemudian sensor melaporkan ke mikrokontroler apakah getaran tersebut aman atau tidak, jika aman maka putaran akan berlanjut sebaliknya jika getaran yang ditangkap *Knock* Sensor tidak aman maka mikrokontroler akan memutuskan relay (Centrifuge sebagai Instrument Laboratorium, 2019). Selanjutnya analis memeriksa posisi sampel, jika sudah diperbaiki untuk melanjutkan sentrifugasi analis hanya perlu menekan tombol start maka alat akan melanjutkan sentrifugasi sesuai setingan sebelumnya, fungsi tombol start di sini adalah untuk memberitahukan mikrokontroler untuk menghidupkan kembali relay (Subhaktiyasa, 2024).

b. Flowchart

Flowchart Modifikasi *Centrifuge* Dilengkapi Sistem Pendeteksi Keseimbangan Sentrifugasi Berbasis Arduino dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 flowchart Modifikasi *Centrifuge* Dilengkapi Sistem Pendeteksi Ketidakseimbangan Sentrifugasi Berbasis Arduino

Proses akan dimulai ketika *user* menekan tombol *switch* untuk menghubungkan alat dengan sumber tegangan PSU 220 V_{AC}, kemudian *user* akan dihadapkan untuk melakukan settingan kecepatan dan timer.

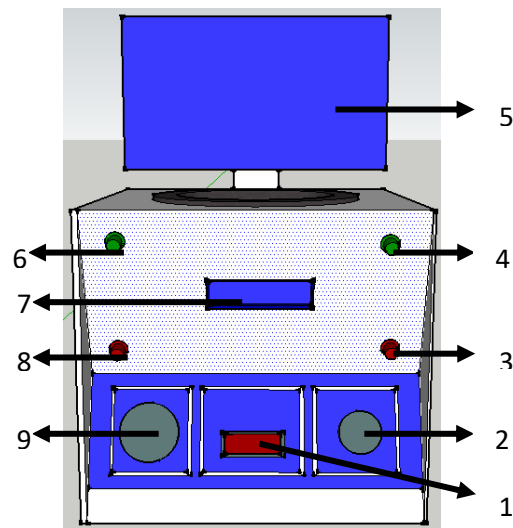
Selanjutnya setelah settingan sentrifugasi dilakukan maka *user* akan menekan tombol start untuk memulai sentrifugasi, akan tetapi alat akan membaca pintu apakah menutup atau tidak, jika pintu *centrifuge* tidak tertutup maka relay tidak dapat menyalakan motor, maka harus cek

pintu agar tertutup sehingga relay menjadi ON sehingga dapat melakukan sentrifugasi. Dimana disaat sentrifugasi akan bergetar, getaran tersebut yang dijadikan acuan apakah seimbang atau tidak. Apabila getarannya hebat maka relay akan memberhentikan atau OFF sentrifugasi karena dianggap tidak aman kemudian *user* akan memeriksa Kembali sampel yang di sentrifugasi, setelah selesai di periksa maka *user* akan menekan Kembali tombol start untuk melanjutkan settingan sebelumnya. Selanjutnya jika sentrifugasi getarannya aman maka sentrifugasi akan terus dilanjutkan hingga timer habis.

2. Perancangan Software

a. Desain Alat

Berikut desain model Modifikasi *Centrifuge* Dilengkapi Sistem Pendeteksi Keseimbangan Sentrifugasi Berbasis Arduino dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 3 Desain Alat Tampak Depan

Keterangan Gambar 3 :

1. *Switch ON/OFF* : untuk menghidupkan alat
2. *Setting Kecepatan* : untuk mengatur kecepatan yang diperlukan
3. Tombol *Stop* : untuk *stop* sentrifugasi manual.
4. Tombol *Start* : untuk memulai sentrifugasi.
5. Tutup : adalah tutup untuk menutup saat sentrifugasi.
6. Tombol *OK* : untuk memberi perintah lanjutan
7. LCD : *Display* atau tampilan dari waktu dan keseimbangan sentrifugasi.
8. Tombol *Riset* : untuk meriset alat.
9. *Setting Timer* : untuk mengatur waktu yang diperlukan.

1. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan untuk penelitian ini dalam mengumpulkan data terkait instrumen penelitian agar menjadi lebih sistematis, berikut ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1 Instrumen Penelitian

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur
Arduino	Arduino merupakan salah satu perangkat yang berperan sebagaikontroller dalam suatu rangkaian.	Multimeter	Sinyal <i>output</i> yang dikeluarkan Arduino yang terbaca oleh multimeter stabil.

<i>Power Supply</i>	<i>Power supply</i> adalah perangkat keras yang berfungsi untuk menyuplai tegangan langsung ke komponen, Input <i>power supply</i> berupa arus AC 220 volt menjadi DC 9 volt kemudian melakukan pengubahan sinyal bolak balik menjadi sinyal listrik searah (DC).	Multimeter	<i>Power Supply</i> stabil dalam memberi tegangan ke rangkaian yang membutuhkan
<i>DC to DC Buck Converter</i>	<i>Buck Converter</i> merupakan salah satu konverter yang menghasilkan tegangan atau arus DC yang dapat diatur sesuai dengan keinginan.	Multimeter	<i>DC to DC Buck Converter</i> Stabil dalam mengkonverter tegangan yang di inginkan.
<i>Knock Sensor</i>	<i>Vibration sensor</i> merupakan jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran dan akan diubah kedalam sinyal listrik	Pembacaan sensor itu sendiri	<i>Knock Sensor</i> bekerja dan dapat mendeteksi getaran dengan stabil.
Waktu <i>Centrifuge</i>	Waktu <i>Centrifuge</i> merupakan waktu yang di gunakan untuk sentrifugasi.	Stop Watch	Waktu yang ditentukan sesuai dengan stop watch

2. Teknik Pengumpulan Data

Langkah-langkah dan teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data teknik yang dilakukan dalam mengumpulkan data berdasarkan fakta yang sedang terjadi dilapangan. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pengumpulan data.

a. Studi Literatur

Tahapan pengumpulan data melalui studi literatur yang didapat dari jurnal-jurnal untuk mengkaji beberapa teori dasar yang relevan dengan masalah yang akan diteliti.

b. Uji Coba Alat

Uji coba alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat bisa berfungsidengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Dan untuk mendapatkan datayang akan digunakan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan produk yang dikembangkan sebagai dasar untuk melakukan revisi produk pengembangan modifikasi *centrifuge*. Metode uji coba alat yang digunakan adalah:

i. Metode Rata-Rata

Mean adalah salah satu ukuran gejala pusat. *Mean* dapat dikatakan sebagai wakil kumpulan data. Menentukan *mean* dapat dilakukan dengan cara menjumlahkan seluruh nilai data, kemudian membaginya dengan banyaknya data ***Sumber yang ditentukan tidak valid***. Rata-rata adalah bilangan yang didapat dari hasil pembagian jumlah nilai data oleh banyaknya data dalam kumpulan tersebut. Pada penelitian ini pengukuran rata-rata akan digunakan untuk menghitung rata-rata dari hasil masing-masing sampel yang tidak pecah (Hadi, 2015). Rumus rata-rata sebagai berikut:

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai rata - rata}}{\text{Banyaknya data}}$$

ii. Metode Simpangan (*Error*)

Simpangan (*error*) adalah selisih dari nilai yang di ukur dengan rata-rata. Metode simpangan akan digunakan untuk menghitung hasil pada keseimbangan

sentrifugasi.

$$Error = \text{Nilai Perkiraan} - \text{Nilai Sebenarnya}$$

iii. *Error %*

Error persen adalah nilai persen dari simpangan (*error*) terhadap nilai yang dikehendaki. *Error* persen akan digunakan dalam hasil perhitungan nilai perkiraan dan nilai sebenarnya (Hadi, 2015).

$$\text{Nilai error} = \frac{\text{Nilai Perkiraan} - \text{Nilai Sebenarnya}}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100$$

c. Angket

Angket yang digunakan oleh peneliti adalah Angket validasi yang dinilai oleh validator materi dan validator media.

i. Validator Materi

Validator materi adalah seseorang yang berkompeten dalam menguji materi dari media yang dikembangkan. Berperan dalam menilai dan mengukur kelayakan materi yang disajikan sesuai dengan sasaran media atau *user* yang akan menggunakan.

ii. Validator Media

Validator media adalah seseorang yang berkompeten dalam perakitan alat. Peran media adalah menilai kelayakan media yang dimodifikasi dari arduino uno sebagai kontrol kecepatan dan timer serta pendeteksi keseimbangan sentrifugasi yang terdapat di dalam alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil penelitian merupakan hasil yang diperoleh dari Perancangan *Hardware*, Pengujian *Hardware*, Pengujian *Software*, Pengujian Produk, Pengukuran Alat, Validasi Produk sampai dengan Standar Operasional Prosedur produk yang dimodifikasi

Pengujian Produk

Pengujian produk adalah proses pemastian kualitas sampel produk terhadap suatu persyaratan standar tertentu. Laporan dilakukan untuk mengetahui bahwa alat telah selesai dikembangkan dan berjalan sesuai dengan program yang telah diatur pada alat.

Hasil Uji Coba Alat

Uji coba produk bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan serta efektivitas alat yang dimodifikasi dan dihasilkan dalam skala kecil untuk mencapai tujuan pembelajaran. Berikut merupakan tabel yang sudah dilakukan uji coba :

Tabel 1 Hasil ujicoba dengan kecepatan 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm dengan perbedaan sampel 1 ml

No	Jumlah Sampel Yang Di Uji	Ukuran Ml Sampel	Waktu	1000 RPM	1500 RPM	2000 RPM	2500 RPM	3000 RPM	3500 RPM	4000 RPM
1	6 Sampel	4,4,4,4,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
2	6 Sampel	4,3,4,4,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
3	6 Sampel	4,3,4,3,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
4	6 Sampel	4,3,4,3,4,3	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
5	6 Sampel	4,3,4,3,3,3	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
6	6 Sampel	4,3,3,3,3,3	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
7	6 Sampel	4,3,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
8	6 Sampel	4,3,4,3	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
9	6 Sampel	4,3,3,3	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
10	6 Sampel	4,3	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off

Tabel 2 Hasil ujicoba dengan kecepatan 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm dengan perbedaan sampel 2 ml

No	Jumlah Sampel Yang Di Uji	Ukuran Ml Sampel	Waktu	1000 RPM	1500 RPM	2000 RPM	2500 RPM	3000 RPM	3500 RPM	4000 RPM
1	6 Sampel	4,4,4,4,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
2	6 Sampel	4,2,4,4,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
3	6 Sampel	4,2,4,2,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
4	6 Sampel	4,2,4,2,4,2	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
5	6 Sampel	4,2,4,2,2,2	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
6	6 Sampel	4,2,2,2,2,2	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
7	6 Sampel	4,2,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
8	6 Sampel	4,2,4,2	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
9	6 Sampel	4,2,2,2	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
10	6 Sampel	4,2	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off

Tabel 3 Hasil ujicoba dengan kecepatan 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm dengan perbedaan sampel 3 ml

No	Jumlah Sampel Yang Di Uji	Ukuran Ml Sampel	Waktu	1000 RPM	1500 RPM	2000 RPM	2500 RPM	3000 RPM	3500 RPM	4000 RPM
1	6 Sampel	4,4,4,4,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
2	6 Sampel	4,1,4,4,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
3	6 Sampel	4,1,4,1,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
4	6 Sampel	4,1,4,1,4,1	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
5	6 Sampel	4,1,4,1,1,1	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
6	6 Sampel	4,1,1,1,1,1	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
7	6 Sampel	4,1,4,4	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
8	6 Sampel	4,1,4,1	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
9	6 Sampel	4,1,1,1	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off
10	6 Sampel	4,1	10 Menit	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off	Knock off

Tabel 4 Hasil ujicoba dengan kecepatan 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm dengan perbedaan sampel 4 ml

No	Jumlah Sampel Yang Di Uji	Ukuran Ml Sampel	Waktu	1000 RPM	1500 RPM	2000 RPM	2500 RPM	3000 RPM	3500 RPM	4000 RPM
1	6 Sampel	0,4,4,4,4,4	10 Menit	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On
2	6 Sampel	0,0,4,4,4,4	10 Menit	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On
3	6 Sampel	0,0,0,4,4,4	10 Menit	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On
4	6 Sampel	0,0,0,0,4,4	10 Menit	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On
5	6 Sampel	0,0,0,0,0,4	10 Menit	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On	Knock On

Keterangan : Knock off : Seimbang
Knock on : Tidak Seimbang

Dari uji coba yang dilakukan terdapat kekurangan dan kelebihan, kekurangan alat ini tidak mampu mendeteksi getaran yang kecil sedangkan kelebihan alat ini adalah apabila getaran yang di hasilkan saat sentrifugasi sangat besar alat mampu mehentikan motor. uji coba alat tersebut menggunakan perbedaan sampel dari 1 ml, 2 ml, dan 3 ml dengan kecepatan dari 1000 RPM, 1500 RPM, 2000R PM, 2500 RPM, 3000R PM, 3500 RPM, dan 4000 RPM.

Alat tersebut mendeteksi ketidak seimbangan dari getaran yang berlebih, getaran yang di dapat dari perbedaan sampel yang hanya berbeda 1 ml sampai 3 ml menghasilkan getaran yang sangat kecil sehingga alat tidak mendeteksi, apalagi dengan kecepatan yang tinggi alat tidak mampu mendeteksinya, kecuali keseimbangan tersebut sangat signifikan, misalnya peletakan sampel yang salah dan perbedaan ukuran ml sampel yang sangat signifikan.

Validasi Produk

Berdasarkan kriteria validator dari jumlah populasi yang diambil mendapatkan validator berjumlah 7 orang. Validator tersebut telah memenuhi syarat sebagai sasaran untuk pengiriman kuisioner sebagai populasi. Adapun syarat yang diambil yaitu Analisis Kesehatan yang mempunyai Surat Tanda Registrasi (STR), Surat Keterangan Lulus (SKL) sebagai bukti lulus dan Pendidikan minimal D3 dengan gelar A.Md.Kes atau A.Md. AK serta bekerja di laboratorium baik di puskesmas ataupun rumah sakit.

Validasi Produk Oleh Ahli Materi, Setiap validator materi mempunyai penilaian berbeda dengan nilai total 25 dan rata-rata 100%.

Validasi Produk Oleh Validator Media, setiap validator mempunyai penilaian berbeda setelah meminta pendapat kepada validator media, dengan nilai total 22 dan rata-rata 88%.

Persentase Kelayakan Produk dari Validasi Produk, Pada validasi alat ini yang diambil dari validator materi didapatkan hasil 100% dan validator media didapatkan hasil 88%. Maka kategori kelayakan mendapatkan hasil "Sangat Layak" (Suharsimi Arikunto, 2006).

B. Pembahasan

Pada alat "Modifikasi *Centrifuge* Dilengkapi Sistem Pendeteksi Ketidakseimbangan Sentrifugasi Berbasis Arduino" yang telah dibuat merupakan pengembangan untuk meningkatkan keamanan operasional, mencegah kerusakan pada alat, dan mencegah rusaknya sampel yang disentrifugasi, keamanan tersebut memanfaatkan getaran saat dilakukan sentrifugasi, apabila getaran yang dihasilkan saat sentrifugasi berlebih maka sensor akan membaca tidak seimbang dan relay akan memutus motor untuk berhenti.

Alat ini menggunakan sumber daya 220 Vac disertai dengan *Power Supply* sebagai daya yang terhubung dengan arduino uno selaku mikrokontroler. Relay sebagai pemutus tegangan untuk motor apabila pintu tidak tertutup serta tidak seimbang dan knock sensor yang membaca getaran berlebih saat sentrifugasi.

Pengujian alat ini meliputi beberapa komponen diantaranya:

1. Perancangan Hardware adalah untuk membuat jalur kabel yang mana penjaluran kabel tidak bisa sembarangan harus sesuai dengan rancangan yang ada agar alat yang di modifikasi bisa di aplikasikan sesuai yang diinginkan, rancangan kabel meliputi :
 - a. Power supply
 - b. DC to DC Buck Converter
 - c. Arduino Uno
 - d. LCD
 - e. Buzzer
 - f. Push Button OK
 - g. Knock Sensor
 - h. Sensor Magnet MC-38
 - i. Relay
2. Pengujian *Power Supply*, hasil yang didapat rata-rata pengukuran tegangan $12,21 V_{DC}$, error $0,21V_{DC}$, dan presentasi error 1,75%, tegangan yang dihasilkan mendekati 12 V, sehingga pengujian *power supply* dinyatakan berhasil karena masih memenuhi standart.
3. Pengujian *DC to DC Buck Converter*, untuk memastikan output yang keluar setelah di *converter* $5 V_{DC}$, dilakukan pengukuran *DC to DC Buck Converter* dengan menggunakan multimeter digital, dan hasil yang didapat yaitu rata rata pengukuran tegangan $5,005 V_{DC}$, error $0,005 V_{DC}$, dan presentasi error 0,1%, sehingga pengujian *DC to DC Buck Converter* dinyatakan berhasil karena masih memenuhi standart.
4. Pengujian pada pin arduino Arduino Uno, untuk memastikan output yang keluar $5 V_{DC}$, dilakukan pengecekan dan pengukuran pin arduino dilakukan dengan multimeter digital, dan hasil yang didapat yaitu rata rata pengukuran tegangan $5,005V_{DC}$, error $0,005V_{DC}$, dan presentasi error 0,1%, sehingga pengujian Arduino Uno dinyatakan berhasil karena masih memenuhi standart.
5. Pengujian waktu *centrifuge*, bertujuan untuk mengetahui apakah waktu yang sudah dibuat

sesuai dengan waktu yang aslinya, dengan menggunakan stopwatch maka hasil waktu *centrifuge* di dapat dan hasilnya sesuai dengan stopwatch.

6. Pengujian Arduino IDE, bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi tersebut bisa dipakai untuk melakukan coding alat, yang mana hasil didapat aplikasi tersebut dapat digunakan untuk melakukan coding sesuai dengan apa yang kita perintahkan.
7. Pengujian rangkaian alat pada proteus, bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian tersebut berjalan sesuai dengan yang di inginkan, hasil yang didapat sesuai yang di harapkan rangkaian yang di uji coba berjalan dengan coding yang diharapkan, maka pengujian rangkaian ini dinyatakan berhasil.
8. Pengujian produk dengan uji coba alat, bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dan efektifitas alat apakah berfungsi sesuai yang diharapkan, pengujian ini meliputi uji coba dengan perbedaan sampel dari 1 ml sampai 4 ml dan kecepatan dari 1000 RPM sampai 4000 RPM

Saran untuk penelitian yang bisa dilakukan dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut: Sensor untuk mendeteksi getaran bisa di kembangkan ke sensor yang lebih sensitif contohnya sensor giro yang mempunyai nilai agar saat getaran yang sangat kecil dapat terdeteksi. Komponen modifikasi komponen tambahan seperti Arduino dan yang lain baiknya terpisah dari kerangka motor dikarenakan perbedaan frekuensi dan gelombang elektromagnetik mempengaruhi dari program alat yang dikembangkan, sehingga sering terjadi error

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan modifikasi *centrifuge* mampu mendeteksi ketidakseimbangan saat sentrifugasi berlangsung yang berasal dari getaran motor, sehingga modifikasi ini meningkatkan kinerja alat, keamanan oprasional, mencegah kerusakan pada alat, dan sampel yang disentrifugasi. Modifikasi *centrifuge* ini dengan menambahkan sistem pendeteksi keseimbangan berbasis Arduino, yaitu dengan menambahkan knock sensor sebagai pendeteksi keseimbangan, dan juga dengan menambahkan alat kontrol relay sebagai pengaman saat terjadi ketidakseimbangan sentrifugasi, sehingga motor dengan otomatis mati saat sensor membaca getaran yang berlebih.

Hasil uji produk didapat tegangan power suply 12,21 Vdc dengan akurasi Error 1,75 %. Pada pengujian DC to DC Buck Converter rata-rata tegangan yang terukur 5,005 Vdc, akurasi Error 0,1 %. Pada pengujian pin Arduino Uno rata-rata tegangan yang terukur 5,005 Vdc akurasi Error 0,1 %. Pada pengujian waktu *centrifuge* didapat perbandingan 15.02 menit, dengan akurasi Error 02 detik, dan akurasi Error 0,2 %. Uji kelayakan alat perbedaan sampel dari 1 ml sampai 4 ml dan kecepatan dari 1000 RPM sampai 4000 RPM, uji kelayakan meliputi penilaian validasi uji fungsi dan validator materi didapat 100 % dan 88 % artinya alat ini sangat layak untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Centrifuge sebagai Instrument Laboratorium. (2019). <https://andarupm.co.id/centrifuge-sebagai-instrument-laboratorium/>.
- Hadi, S. (2015). *Statistik*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Ilham, M. (2017). Rancang Bangun Centrifuge Dengan Detector Suhu Berlebih Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8536. 2017.
- Infolabmed. (2025). Panduan Lengkap Perawatan Centrifuge untuk Kinerja Optimal. *infolabmed*, https://www.infolabmed.com/2025/01/panduan-lengkap-perawatan-centrifuge.html#google_vignette.
- Prinsip Kerja DC Power Supply (Adaptor) Secara Lengkap. (2024). <https://www.empatpilar.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>.

- Roghib, M. (2018). Program Tombol/Button. Retrieved from *mikrokontroler.mipa.ugm:mikrokontroler.mipa.ugm.ac.id/2018/10/02/program-tombol-button/*.
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). Menentukan Populasi dan Sampel: Pendekatan Metodologi Penelitian . *Jurnal Penelitian Profesi Pendidikan*, 2721-2731.
- Suharsimi Arikunto, S. 2. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rhineka Cipta.
- Tiwi, d. (2017). Penanganan Sampel Lab Yang Tidak Sesuai Standar. https://kupdf.net/download/penanganan-sampel-lab-yang-tidak-sesuai-standar-dr-tiwi_590be564dc0d607540959e93_pdf.
- Yuliani, W. (2021). METODE PENELITIAN PENGEMBANGAN (RND) DALAM BIMBINGAN DAN KONSELING. *Quanta*.