

***CENTRIFUGE DENGAN ROTOR SUDUT TETAP
BERBASIS MICROCONTROL AVR ATMEGA 8***

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat D3

Program Studi Teknik Elektromedik



diajukan oleh
Rico Pradana Nugraha Saputra
20143010056

Kepada
**PROGRAM STUDI
D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2017**

CENTRIFUGE DENGAN ROTOR SUDUT TETAP BERBASIS MICROCONTROL ATMEGA 8

Rico Pradana Nugraha Saputra¹, Hanifah Rahmi Fajrin¹, Kuat Supriyadi²

¹Program Studi Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Lingkar Selatan, Taman Tirta, Yogyakarta

²RSUP Dr. Sardjito

Jl. Kesehatan No. 1, Sekip, Sinduadi, Yogyakarta

E-mail : rico.pradana.2014@vokasi.umy.ac.id, hanifah.fajrin@vokasi.umy.ac.id,
kuatmarjuki@gmail.com

ABSTRACT

The laboratory examination required need separation method to know the existence of a substance in the sample. One of them using the centrifugation technique with centrifuge tool. The technique works by utilizing centrifugal force depends on the rotation speed of the rotor. Rotation speed is adjusted by utilizing PWM on microcontroller. The study designs a centrifuge angle of rotor with 45 degree. The rotary speed is 1000-3000 RPM with an increase of 100 RPM with a set timing. To determine the influence of speed and time for dissociate sample. Calibration test speed rotor use tachometer Dekko (DT-2236B), and for know dissociate process with sweet coffee sample. The speed of calibration test using 1000, 1500, 2000, 2500, and 3000 RPM with isolation of the sweet coffee using 5, 10, 15, and 20 minute at parameter speed test.

The results show that the rotor speed is still at the allowed value less than 10%. The result test of sweet coffee show that the separation of coffee, water and sugar at a speed of 3000 RPM.

Keywords: centrifuge, microcontrol, speed, time, rotor.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Centrifuge merupakan peralatan laboratorium klinik yang banyak digunakan untuk memisahkan suatu senyawa yang memiliki berat molekul yang berbeda dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Prinsip gaya sentrifugal didasarkan atas fenomena bahwa partikel yang tersuspensi dalam suatu wadah (tabung atau bentuk lain) akan mengendap ke dasar kuvet, karena pengaruh gaya gravitasi. Laju pengendapan dapat ditingkatkan dengan cara memperbesar pengaruh gaya gravitasi terhadap partikel. Salah satu cara memperbesar gaya gravitasi dengan meningkatkan gaya sentrifugal. Gaya tersebut digunakan untuk melepaskan partikel-partikel terlarut tersebut dari ikatan antar partikelnya, dengan demikian didapat partikel-partikel secara homogen berdasarkan berat molekulnya. Besarnya gaya sentrifugal yang dihasilkan bergantung pada kecepatan putar motor. Semakin tinggi kecepatan putar rotor,

maka semakin besar gaya sentrifugal yang dihasilkan. Dengan terpisahnya senyawa-senyawa yang terkandung dalam suatu larutan, maka akan dipergunakan untuk proses analisa atau pemeriksaan selanjutnya. Terdapat banyak larutan pada kehidupan sehari-hari yang dapat digunakan untuk rujukan analisa kesehatan antara lain minuman, darah, urin, dan masih banyak lagi. Dalam proses analisa komposisi suatu larutan diperlukan pemisahan terlebih dahulu sebelum melakukan analisis. Pada tiap larutan memiliki massa jenis zat yang berbeda, sehingga diperlukan kecepatan putaran yang berbeda pula. Contohnya saja untuk pemisahan *sampel* urin dengan kecepatan 1500-2000 RPM membutuhkan waktu 10 menit dengan *sampel* sebanyak kurang lebih 2-3 ml. sedangkan untuk darah dengan kecepatan 2500-3000 RPM membutuhkan waktu 10 menit dengan *sampel* sebanyak 3-5 ml [1]. Alat *centrifuge* berbasis *microcontroller* yang dibuat ini mengutamakan pada kecepatan dan waktu. Hal tersebut sesuai dengan teori pemisahan larutan suspensi dengan menggunakan alat *centrifuge*

yaitu menggunakan kecepatan putar rotor dan waktu putarnya. Variasi pemilihan kecepatan dan waktu akan menjadi pertimbangan tersendiri untuk mempermudah dalam penggunaan alat *centrifuge*. Dengan memiliki variasi pengaturan kecepatan dan waktu yang lebih banyak maka, untuk melakukan pemisahan atau pemurnian suatu larutan menjadi lebih bervariasi pula. Dimana besarnya gaya sentrifugal atau relative gaya sentrifugal (FCR) yang dihasilkan bergantung kepada kecepatan putar motor.

Penelitian mengenai alat *centrifuge* pernah dilakukan oleh Agriansyah (2016) dari Teknik Elektromedik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian tersebut bertujuan untuk membuat alat *centrifuge* dengan kecepatan 1500 RPM dengan pewaktu [1]. Adapun kekurangan dari modul peneliti terdahulu yaitu menggunakan satu pemilihan kecepatan saja, dan pembacaan kecepatan putar motor belum stabil. Dari penjabaran tersebut, maka penulis ingin menyajikan suatu alat *centrifuge* berbasis *microcontroller* At mega 8 dengan pengaturan kecepatan. Dimana penelitian ini diharapkan memberikan dampak positif, mengingat betapa pentingnya alat *centrifuge* di laboratorium.

1.2 Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan alat ini tidak terjadi pelebaran masalah dalam penyajiannya, penulis membatasi pokok-pokok bahasan yang akan dibahas yaitu:

1. Menggunakan *indicator buzzer* apabila telah selesai dan akan berhenti dalam waktu 5 menit.
2. Alat ini dikendalikan dengan kecepatan maksimum 3000 RPM.
3. Menggunakan pengendalian waktu dengan maksimal operasional 60 menit, dan untuk kecepatan 2500 RPM dan 3000 RPM durasi maksimal 30 menit.
4. Menggunakan sampel pengujian berupa larutan kopi guna untuk menghindarkan terjadinya infeksi nosocomial kepada penulis, penguji, dan pihak-pihak yang berhubungan langsung dengan alat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Centrifuge

Alat *centrifuge* adalah suatu alat yang berfungsi untuk memisahkan atau mengendapkan

partikel-partikel dalam suatu larutan yang memiliki berat molekul yang berbeda-beda. Alat *centrifuge* menggunakan perputar motor untuk menghasilkan gaya sentrifugal yang timbul apabila suatu benda diputar pada satu titik. Gaya tersebut digunakan untuk melepaskan partikel-partikel terlarut tersebut dari ikatan antar partikelnya, dengan demikian didapat partikel-partikel secara homogen berdasarkan berat molekulnya. Besarnya gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh kecepatan motor bergantung pada kecepatan putar motor, semakin tinggi kecepatan putar motor, maka semakin besar gaya sentrifugal yang dihasilkan. Hal ini dinyatakan dalam hubungan secara matematis sebagai berikut :

$$F = m \cdot \frac{V^2}{R} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan

F = Besar gaya sentrifugal yang dihasilkan

m = Massa larutan

V = Kecepatan linear motor

R = Jarak ujung tabung ke titik poros

Dari persamaan di atas terlihat bahwa kecepatan motor mempengaruhi besarnya gaya sentrifugal yang dihasilkan. Oleh sebab itu alat *centrifuge* dilengkapi dengan pengaturan kecepatan putar motor dan juga dilengkapi dengan *timer* yang berfungsi untuk menentukan lamanya proses pemutaran motor [2].

Adapun untuk memutar *sampel* urin dengan kecepatan 1500-2000 RPM membutuhkan waktu 10 menit dengan sampel sebanyak kurang lebih 2-3 ml, untuk darah dengan kecepatan 2500-3000 RPM membutuhkan waktu 10 menit dengan sampel sebanyak 3-5 ml [1]. Untuk memberikan pemahaman mengenai bentuk dari alat *centrifuge* sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Alat centrifuge [3]

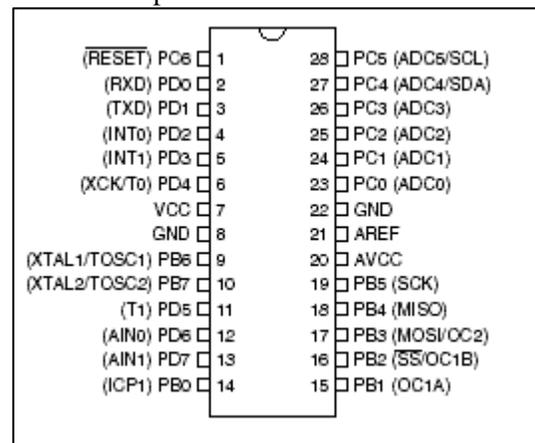
2.2. Motor Universal

Motor didefinisikan sebagai sebuah benda atau alat konversi energi, sedangkan motor listrik dapat didefinisikan sebuah benda atau alat yang mampu mengkonversi atau mengubah energi. Energi yang dirubah yaitu dari energi listrik menjadi energi mekanik dengan memiliki kecepatan tertentu melalui proses elektro magnet. Motor listrik memiliki jenis yang beragam. Dari *suplay* motor dibedakan menjadi dua, yaitu motor AC (*alternating current*) dan motor DC (*direct current*). Kemudian berdasarkan sumber energi listrik AC, motor listrik dapat dibedakan menjadi motor AC tiga fasa dan motor AC satu fasa. Kerja motor Seri AC sangat menyerupai motor seri DC, kecepatan menjadi tinggi dengan berkurangnya beban. Dalam motor seri yang sangat kecil, rugi-rugi biasanya cukup besar pada keadaan tanpa beban untuk membatasi kecepatan pada suatu nilai tertentu. Untuk arus jangkar yang besar, kopelnya pun juga besar, sehingga memberikan kopel awal yang baik. Karena reaktans induktif berbanding lurus dengan frekuensi, maka karakteristik kerja motor AC seri lebih baik pada frekuensi yang lebih rendah. Beberapa motor seri dibuat dalam ukuran yang besar untuk melayani traksi yang besar dan dirancang untuk frekuensi yang rendah, yakni 25 Hz atau kurang. Akan tetapi motor AC seri yang mempunyai ukuran sepersekian daya kuda dirancang agar bekerja dengan baik pada frekuensi 50 atau 60 Hz. Untuk beberapa pemakaian diinginkan penggunaan motor seri yang dapat bekerja pada rangkaian AC maupun DC. Dengan rancangan sedemikian rupa, motor seri dibuat agar beroperasi dengan baik pada frekuensi 50-60 Hz atau pada tegangan DC 115 atau 230 V. Oleh sebab itu, suatu motor seri biasanya disebut *motor universal*. Motor universal merupakan suatu motor seri yang memiliki kemampuan untuk bekerja dengan sumber tegangan AC ataupun DC. Hal ini disebabkan sudut moment kaks dibuat tetap oleh kedudukan sikat dan biasanya pada nilai optimum 90°. Motor universal, umumnya daya kisarnya antara 10 sampai dengan 300 Watt, dan termasuk dalam motor 1 fasa karena pada motor tersebut dimasukan tegangan satu fase. Namun dalam praktik, sering dijumpai motor satu fase dengan lilitan 2 fase. Dikatakan demikian karena di dalam motor satu fase lilitan statornya terdiri atas 2 jenis lilitan, yaitu lilitan pokok dan lilitan bantu. Kedua

jenis lilitan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga arus yang mengalir pada masing-masing lilitan memiliki perbedaan fasa. Dengan kata lain bahwa arus yang mengalir pada lilitan pokok dan lilitan bantu tidak sefasa. Motor 1 fasa disebut motor fasa belah [4].

2.3. MICROCONTROLLER AVR ATMEGA 8

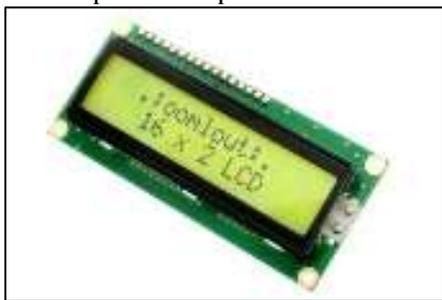
AVR merupakan seri *microcontroller* CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer) yang ditingkatkan [5]. Pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator* eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal *oscillator*. Kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol *reset* dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 *byte* sampai dengan 512 *byte*. AVR Atmega 8 adalah *microcontroller* CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K *byte in-System Programmable Flash*. *Microcontroller* dengan konsumsi daya rendah ini, mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L, perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, *microcontroller* ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7 - 5,5 V, sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 - 5,5 V [6]. Adapun konfigurasi dari at mega 8 dapat dilihat pada Gambar 2.2 seperti di bawah ini:



Gambar 2.2 Konfigurasi Microcontroller ATmega 8 [6]

2.4. Liquid Crystal Display (LCD)

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya, tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data. Untuk memberikan pemahaman mengenai bentuk dari LCD 16x2 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Bentuk fisik LCD 16x2 [7]

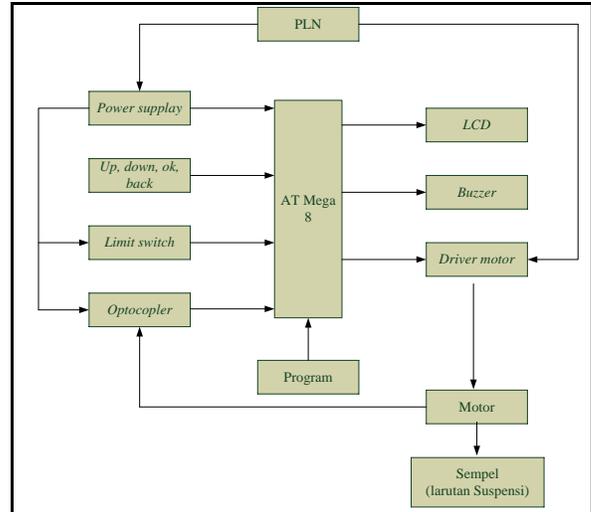
Dalam modul LCD terdapat *microcontroller* yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. *Microntroller* pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register [7].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Blok Diagram

Pada penelitian ini pertama kali dilakukan perancangan dan pembuatan alat *centrifuge* terlebih dahulu. Adapun blok diagram dari alat *centrifuge* yang penulis buat memiliki bentuk kerja. Pada saat saklar *ON* ditekan, tegangan dari jala-jala PLN akan masuk ke *power supply* untuk mengubah tegangan *AC* menjadi *DC*. *LED* akan menyala, *LED* berfungsi untuk memberikan isyarat bahwa alat *centrifuge* siap dioperasikan. Bersamaan dengan *LED*, *LCD* juga akan menyala dan akan menampilkan pengaturan kecepatan putar motor. Pilih kecepatan putar motor dengan menggunakan tombol *up*, *down*, *ok*, dan *back*. Selanjutnya lakukan pengisian waktu yang dibutuhkan alat *centrifuge* untuk bekerja. Apabila kecepatan dan waktu telah diatur, langkah selanjutnya adalah menekan tombol *start*. Tunggu hingga *buzzer* berbunyi yang menandakan alat *centrifuge* telah selesai beroperasi. Apabila dalam waktu lebih dari 5 menit operator tidak mengambil sampel, *buzzer* akan berhenti berbunyi dan

menampilkan tulisan “selesai”. Dalam pengoperasiannya apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan, dapat menekan tombol *emergency*. Sebelum pintu alat *centrifuge* tertutup, motor tidak akan bekerja dan sebelum rotor berhenti, *buzzer* tidak akan berbunyi. Untuk memberikan pemahaman mengenai blok diagram alat yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melakukan analisis mengenai hasil dari penelitian ini penulis menggunakan dua metode pengujian yaitu pengujian kecepatan putar motor dan pengujian memisahkan sampel. Adapun hasil dari pengujian adalah sebagai berikut:

4.1 Pengukuran Kecepatan Putar

Dalam melakukan pengujian ini penulis membandingkan modul yang telah dibuat dengan alat *tachometer* sebagai kalibrator kecepatan putaran rotor. Kalibrator yang penulis gunakan yaitu *digital tachometer* dengan merek dekho dan seri DT-2236B. Dengan cara pengukuran menggunakan *photo contact* untuk mendeteksi kecepatan putar rotor.

a. Pengukuran Kecepatan 1000 RPM

Adapun hasil dari pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan alat pembanding *tachometer* pada pengaturan kecepatan 1000 RPM didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengukuran 1000 RPM

1000	Tertampil		Thacometer	
No	Awal	Ahkir	Awal	Ahkir
1	1080	1050	1073	1060
2	1050	1050	1061	1058
3	1080	1050	1072	1050
4	1110	1050	1095	1067
5	1080	1050	1098	1078
6	1080	1050	1070	1073
7	1050	1050	1077	1056
8	1050	1050	1070	1074
9	1050	1050	1072	1061
10	1080	1050	1085	1058
Rata-rata	1060,5		1070,4	
simpangan	60,5		70,4	
P. error %	6,05		7,04	

Dalam pengukuran kecepatan putar motor pada kecepatan 1000 PRM memiliki hasil presentasi *error* besar 7,04% diukur dengan thacometer. Nilai presentasi *error* tersebut lebih rendah dari presentasi kesalahan yang diizinkan untuk alat *centrifuge* yaitu 10% [8]. Pada tampilan yang terdapat pada alat dengan alat pembanding yang digunakan terdapat perbedaan, hal tersebut terjadi karena kenaikan yang terjadi pada alat sebesar 30 RPM sedangkan alat pembanding 1 RPM. Perbedaan yang mencolok tersebut terjadi karena pada alat yang penulis buat memiliki sensor kecepatan dengan 2 lubang dan pengambilan data kecepatan dilakukan tiap 1 detik sekali. Dimana hal tersebut sesuai dengan program yang telah ditanamkan ke dalam *microcontroller* At Mega 8. Walaupun berbeda apabila diamati dapat ditarik benang merah bahwa nilai yang tertampil pada *tachometer* berada dalam nilai dari tampilan alat yang penulis buat. Bisa kita ambil contoh seperti pada perbandingan nilai akhir dimana nilai yang terdapat pada *tachometer* berada diatas nilai yang tertampil pada alat yang penulis buat namun tidak lebih dari 30 RPM. Dengan kata lain nilai yang tertampil pada *tachometer* berada diantara 1050 RPM dengan 1080 RPM. Dari data yang didapatkan terjadi perubahan nilai secara terus menerus atau tidak stabil. Ketidak stabilan itu terjadi karena pengendalian kecepatan yang langsung menggunakan fasilitas PWM dari *microcontroller*. Sehingga saat terjadi perubahan

tegangan sumber (PLN) maka kecepatan putar rotor juga akan berubah.

b. Pengukuran Kecepatan 1500 RPM

Adapun hasil dari pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan alat pembanding *tachometer* pada pengaturan kecepatan 1000 RPM didapatkan hasil seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengukuran 1500 RPM

1500	Tertampil		Thacometer	
No	Awal	Ahkir	Awal	Ahkir
1	1590	1530	1603	1554
2	1500	1500	1527	1519
3	1530	1500	1541	1536
4	1500	1530	1522	1544
5	1500	1500	1538	1526
6	1530	1500	1540	1522
7	1530	1500	1535	1527
8	1530	1500	1540	1525
9	1530	1500	1552	1518
10	1500	1500	1526	1512
Rata-rata	1515		1535,35	
simpangan	15		35,35	
P.error %	1		2,36	

Dalam pengukuran kecepatan putar motor pada kecepatan 1500 PRM memiliki hasil presentasi *error* sebesar 2,36% diukur dengan *thacometer*. Nilai presentasi *error* tersebut lebih rendah dari presentasi kesalahan yang diizinkan untuk alat *centrifuge* yaitu 10% [8]. Pada tampilan yang terdapat pada alat dengan alat pembanding yang digunakan terdapat perbedaan, hal tersebut terjadi karena kenaikan yang terjadi pada alat sebesar 30 RPM sedangkan alat pembanding 1 RPM. Perbedaan yang mencolok tersebut terjadi karena pada alat yang penulis buat memiliki sensor kecepatan dengan 2 lubang dan pengambilan data kecepatan dilakukan tiap 1 detik sekali. Dimana hal tersebut sesuai dengan program yang telah ditanamkan ke dalam *microcontroller* At Mega 8. Walaupun berbeda apabila diamati dapat ditarik benang merah bahwa nilai yang tertampil pada *tachometer* berada dalam nilai dari tampilan alat yang penulis buat. Bisa kita ambil contoh seperti pada perbandingan nilai akhir dimana nilai yang terdapat pada *tachometer*

berada diatas nilai yang tertampil pada alat yang penulis buat namun tidak lebih dari 30 RPM. Dengan kata lain nilai yang tertampil pada tachometer berada diantara 1500 RPM dengan 1530 RPM pada data no 5 sampai 10. Dari data yang didapatkan terjadi perubahan nilai secara terus menerus atau tidak stabil. Ketidak stabilan itu terjadi karena pengendalian kecepatan yang langsung menggunakan fasilitas PWM dari microcontroler. Sehingga saat terjadi perubahan tegangan sumber (PLN) maka kecepatan putar rotor juga akan berubah.

c. Pengukuran Kecepatan 2000 RPM

Adapun hasil dari pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan alat pembanding *tachometer* pada pengaturan kecepatan 1000 RPM didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengukuran 2000 RPM

2000 No	TERTAMPIL		THACOMETER	
	Awal	Ahkir	Awal	Ahkir
1	2100	2010	2109	2046
2	2160	2070	2174	2094
3	2100	2070	2119	2095
4	2070	2070	2089	2087
5	2100	2070	2135	2071
6	2100	2070	2113	2086
7	2070	2070	2099	2075
8	2100	2040	2106	2058
9	2140	2070	2145	2071
10	2070	2070	2092	2075
Rata-rata	2081		2096,95	
simpangan	81		96,95	
P.error %	4,05		4,85	

Dalam pengukuran kecepatan putar motor pada kecepatan 2000 PRM memiliki hasil presentasi *error* sebesar 4,85% diukur dengan *thacometer*. Nilai presentasi *error* tersebut lebih rendah dari presentasi kesalahan yang diizinkan untuk alat *centrifuge* yaitu 10% [8]. Pada tampilan yang terdapat pada alat dengan alat pembanding yang digunakan terdapat perbedaan, hal tersebut terjadi karena kenaikan yang terjadi pada alat sebesar 30 RPM sedangkan alat pembanding 1 RPM. Perbedaan yang mencolok tersebut terjadi karena pada alat yang penulis buat memiliki

sensor kecepatan dengan 2 lubang dan pengambilan data kecepatan dilakukan tiap 1 detik sekali. Dimana hal tersebut sesuai dengan program yang telah ditanamkan ke dalam *microcontroller* At Mega 8. Walaupun berbeda apabila diamati dapat ditarik benang merah bahwa nilai yang tertampil pada tachometer berada dalam nilai dari tampilan alat yang penulis buat. Bisa kita ambil contoh seperti pada perbandingan nilai akhir dimana nilai yang terdapat pada tachometer berada diatas nilai yang tertampil pada alat yang penulis buat namun tidak lebih dari 30 RPM. Dengan kata lain nilai yang tertampil pada tachometer berada diantara 2070 RPM dengan 2100 RPM pada data no 2 sampai 7. Dari data yang didapatkan terjadi perubahan nilai secara terus menerus atau tidak stabil. Ketidak stabilan itu terjadi karena pengendalian kecepatan yang langsung menggunakan fasilitas PWM dari microcontroler. Sehingga saat terjadi perubahan tegangan sumber (PLN) maka kecepatan putar rotor juga akan berubah.

d. Pengukuran Kecepatan 2500 RPM

Adapun hasil dari pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan alat pembanding *tachometer* pada pengaturan kecepatan 1000 RPM didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengukuran 2500 RPM

2500 No	Tertampil		Thacometer	
	Awal	Ahkir	Awal	Ahkir
1	2580	2490	2594	2482
2	2520	2460	2533	2470
3	2490	2460	2505	2485
4	2490	2490	2502	2477
5	2490	2490	2501,4	2485
6	2550	2490	2557	2494
7	2490	2490	2522	2484
8	2490	2460	2509	2480
9	2520	2490	2535	2485
10	2580	2490	2619	2508
Rata-rata	2500,5		2511,37	
simpangan	0,5		11,37	
P.error %	0,02		0,46	

Dalam pengukuran kecepatan putar motor pada kecepatan 2500 PRM memiliki hasil

presentasi *error* sebesar 0,46% diukur dengan *thacometer*. Nilai presentasi *error* tersebut lebih rendah dari presentasi kesalahan yang diizinkan untuk alat *centrifuge* yaitu 10% [8]. Pada tampilan yang terdapat pada alat dengan alat pembanding yang digunakan terdapat perbedaan, hal tersebut terjadi karena kenaikan yang terjadi pada alat sebesar 30 RPM sedangkan alat pembanding 1 RPM. Perbedaan yang mencolok tersebut terjadi karena pada alat yang penulis buat memiliki sensor kecepatan dengan 2 lubang dan pengambilan data kecepatan dilakukan tiap 1 detik sekali. Dimana hal tersebut sesuai dengan program yang telah ditanamkan ke dalam *microcontroller* At Mega 8. Walaupun berbeda apabila diamati dapat ditarik benang merah bahwa nilai yang tertampil pada tachometer berada dalam nilai dari tampilan alat yang penulis buat. Bisa kita ambil contoh seperti pada perbandingan nilai akhir dimana nilai yang terdapat pada tachometer berada diatas nilai yang tertampil pada alat yang penulis buat namun tidak lebih dari 30 RPM. Dengan kata lain nilai yang tertampil pada tachometer berada diantara 1500 RPM dengan 1530 RPM pada data no 5 sampai 10. Dari data yang didapatkan terjadi perubahan nilai secara terus menerus atau tidak stabil. Ketidak stabilan itu terjadi karena pengendalian kecepatan yang langsung menggunakan fasilitas PWM dari *microcontroller*. Sehingga saat terjadi perubahan tegangan sumber (PLN) maka kecepatan putar rotor juga akan berubah.

e. Pengukuran Kecepatan 3000 RPM

Adapun hasil dari pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan alat pembanding *tachometer* pada pengaturan kecepatan 1000 RPM didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengukuran 3000 RPM

3000	TERTAMPIL		THACOMETER	
No	Awal	Ahkir	Awal	Ahkir
1	600	660	3056	2923
2	660	540	2956	2958
3	630	720	2935	2940
4	390	510	3098	2933
5	600	630	3065	2929
6	480	690	3014	2919
7	450	510	2983	2921

8	600	630	3070	2943
9	510	720	2994	2926
10	540	510	2985	2917
Rata-rata	579		2973,25	
simpangan	2421		26,75	
P.error %	80,7		0,90	

Dalam pengukuran kecepatan putar motor pada kecepatan 3000 PRM memiliki hasil presentasi *error* sebesar 0.89% diukur dengan *thacometer*. Nilai presentasi *error* tersebut lebih rendah dari presentasi kesalahan yang diizinkan untuk alat *centrifuge* yaitu 10% [8]. Pada tampilan yang terdapat pada alat dengan alat pembanding yang digunakan terdapat perbedaan yang mencolok. Perbedaan hasil pengukuran tersebut terjadi karena ketidak mampuan sensor *optocoppler* dalam mendeteksi pergerakan baling-baling. Perbedaan yang mencolok tersebut terjadi karena pada alat yang penulis buat memiliki sensor kecepatan dengan 2 lubang dan pengambilan data kecepatan dilakukan tiap 1 detik sekali. Dimana hal tersebut sesuai dengan program yang telah ditanamkan ke dalam *microcontroller* At Mega 8. Dari pengambilan data kecepatan yang dilakukan pada pengaturan 3000 RPM didapatkan hasil yang kurang baik pada tampilan alat. Jeleknya hasil yang di dapat ini merupakan penyebab dari bentuk yang kurang tepat pada baling-baling yang digunakan untuk mendeteksi kecepatan. Dengan tidak tepatnya bentuk baling- baling menyebabkan modul fc-03 sebagai penangkap berkas tidak dapat bekerja dengan baik. Dari data yang didapatkan terjadi perubahan nilai secara terus menerus atau tidak stabil. Ketidak stabilan itu terjadi karena pengendalian kecepatan yang langsung menggunakan fasilitas PWM dari *microcontroller*. Sehingga saat terjadi perubahan tegangan sumber (PLN) maka kecepatan putar rotor juga akan berubah.

4.2 Pengujian Memisahkan Sampel

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel kopi manis. Dengan menggunakan air kopi manis dimaksudkan untuk menghindarkan terjadinya infeksi nesokomial ke pada penulis, penguji dan pihak- pihak yang berhubungan dengan alat secara langsung. Jumlah air kopi yang dimasukan ke dalam kuvet sebesar 5 ml.

Pengambilan data pengujian dilakukan dengan cara memutar larutan sampel pada kecepatan 1000 RPM, 1500 RPM, 2000 RPM, 2500 RPM, 3000 RPM, sedangkan durasi pemutaran sampel 5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit.

a. Pengujian Kecepatan 1000 RPM

Hasil dari pengujian menggunakan sampel kopi manis dengan kecepatan putar rotor 1000 RPM dengan durasi waktu 5, 10, 15, dan 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengujian kecepatan 1000 RPM

Pengujian pada pengaturan kecepatan 1000 RPM didapatkan bahwa zat padat hanya sedikit yang mengendap di dasar kuvet dengan banyak butiran kopi berukuran kecil melayang pada bagian air. Pada pengujian dengan pengaturan kecepatan 1000 RPM menyebabkan terjadinya pemisahan kopi dan air.

b. Pengujian Kecepatan 1500 RPM

Hasil dari pengujian menggunakan sampel kopi manis dengan kecepatan putar rotor 1500 RPM dengan durasi waktu 5, 10, 15, dan 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.2 Pengujian kecepatan 1500 RPM

Pengujian pada pengaturan kecepatan 1500 RPM didapatkan bahwa zat padat yang mengendap di dasar kuvet lebih banyak dari kecepatan 1000 RPM, dengan lebih sedikit butiran kopi berukuran kecil melayang pada bagian air. Pada pengujian dengan pengaturan kecepatan 1500 RPM menyebabkan terjadinya pemisahan kopi dan air.

c. Pengujian Kecepatan 2000 RPM

Hasil dari pengujian menggunakan sampel kopi manis dengan kecepatan putar rotor 1000 RPM dengan durasi waktu 5, 10, 15, dan 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Pengujian pada pengaturan kecepatan 2000 RPM didapatkan bahwa zat padat yang mengendap di dasar kuvet lebih banyak dari kecepatan 1500 RPM, dengan sedikit butiran kopi berukuran kecil melayang pada bagian air. Pada pengujian dengan pengaturan kecepatan 2000 RPM menyebabkan terjadinya pemisahan kopi dan air.



Gambar 4.3 Pengujian kecepatan 2000 RPM

d. Pengujian Kecepatan 2500 RPM

Hasil dari pengujian menggunakan sampel kopi manis dengan kecepatan putar rotor 1000 RPM dengan durasi waktu 5, 10, 15, dan 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.4. Pengujian pada pengaturan kecepatan 2500 RPM didapatkan bahwa zat padat yang mengendap di dasar kuvet lebih banyak dari kecepatan 2000 RPM, dengan beberapa butiran kopi berukuran kecil melayang pada bagian air. Pada pengujian dengan pengaturan kecepatan 2500 RPM menyebabkan terjadinya pemisahan kopi dan air dalam durasi

waktu 5, 10, dan 15 menit. Sedangkan pada durasi 20 menit dapat terbentuk gradasi kopi, air, dan gula yang masih belum terbentuk sempurna.



Gambar 4.4 Pengujian kecepatan 2500 RPM

e. Pengujian Kecepatan 3000 RPM

Hasil dari pengujian menggunakan sampel kopi manis dengan kecepatan putar rotor 1000 RPM dengan durasi waktu 5, 10, 15, dan 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengujian kecepatan 3000 RPM

Pengujian pada pengaturan kecepatan 3000 RPM didapatkan bahwa zat padat yang mengendap di dasar kuvet lebih banyak dari kecepatan 2500 RPM, dengan beberapa butiran kopi berukuran sangat kecil melayang pada bagian air. Pada pengujian dengan pengaturan kecepatan 3000 RPM menyebabkan terbentuk gradasi kopi, air, dan gula. Dimana semakin lama durasi waktunya, maka lapisan gula yang terbentuk semakin mudah untuk diamati. Namun pada

durasi 20 menit motor terjadi peningkatan suhu panas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan proses pembuatan, percobaan, pengujian alat dan pendataan, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil kesalahan nilai *error* dari pengukuran dengan alat pembanding *thachometer* memiliki hasil 7,04% pada kecepatan 1000 RPM, 2,36% pada kecepatan 1500 RPM, 4,85% pada kecepatan 2000 RPM, 0,46% pada kecepatan 2500 RPM, dan 0,89 pada kecepatan 3000 RPM. Dimana hasil yang didapatkan masih masuk pada nilai toleransi *error* yang di izinkan yaitu 10% [8], sehingga dapat disimpulkan bahwa modul dapat bekerja dengan baik dan secara teori bisa dimanfaatkan sebagai alat laboratorium.
2. Dari data pengujian dengan menggunakan larutan kopi manis, dapat diketahui kecepatan putar rotor menentukan massa dan jumlah zat padat yang dapat diendapkan sedangkan durasi putaran rotor untuk memastikan agar endapan zat padat tersebut terkonsentrasi pada dasar kuvet sehingga pemisahan yang terjadi tidak akan tercampur kembali ketika kuvet dipindahkan.

5.2 Saran

Setelah melakukan proses pembuatan, percobaan, pengujian alat dan pendataan, penulis memberikan saran sebagai pengembangan penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Untuk kecepatan putar rotor diatas 2500 RPM motor listrik akan mudah panas, sehingga tidak disarankan untuk waktu lebih dari 30 menit. Dimana alat *centrifuge* ini menggunakan motor listrik untuk mesin jahit. Selain mudah panas pada kecepatan tinggi motor mesin jahit yang dirancang untuk bekerja secara vertikal akan menimbulkan suara ketika bekerja secara horizontal. Dari hal tersebut untuk mempertimbangkan penggunaan motor AC universal yang lain pada penelitian selanjutnya.

2. Pengambilan data pada kecepatan 3000 RPM sensor kecepatan tidak dapat membaca dengan baik dan jumlah perubahan tampilan sebesar 30 RPM. Dalam hal ini diperlukan disain baling-baling sensor alat yang lebih baik. Usahakan jumlah lubang 60 untuk menghendaki perubahan nilai sebesar 1 RPM.
3. Pembuatan *chasing* dapat menggunakan bahan yang lebih kuat dan berat, sehingga mampu untuk kecepatan putar yang lebih tinggi, tidak menimbulkan suara saat digunakan dan tidak mudah bergeser ketika dioperasikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Argriansyah, *centrifuge*, Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016.
- [2] M. RAIS, *CENTRIFUGE BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51*, JAKARTA: UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA, 2006.
- [3] F. VALENTINA, "MAKALAH PERALATAN LAB DASAR CENTRIFUGE," 9 November 2014. [Online]. Available: <http://febrilia200.blogspot.co.id/2014/11/makalah-peralatan-lab-dasar-centrifuge.html>. [Accessed 9 Desember 2016].
- [4] T. Wijatmiko, *RANCANG BANGUN ALAT PENGATUR KECEPATAN MOTOR UNIVERSAL PADA SEWING MACHINE MOTOR*, Semarang, Jawa Tengah: Universitas Negeri Semarang, 2007.
- [5] S. M. Iswanto, *BUKU DIKTAT MICROCONTROLLER*, Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2015.
- [6] T. Hareendran, "AVR Primer – Tutorial #1," [Online]. Available: <http://www.electroschematics.com/9373/avr-primer-part-1/>. [Accessed 9 Desember 2016].
- [7] A. WITJAKSONO, "ELEKTRONIKA DASAR," [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>. [Accessed 9 Desember 2016].
- [8] S. Trijananto, "Prosedur Pemeriksaan dan Pemeliharaan Preventive Centrifuge," 4 Januari 2011. [Online]. Available: http://www.ikatemi.org/dpp/index.php/2015-11-03-08-34-55/pemeliharaan/Pemeliharaan/Centrifuge_Prosedur%20PPM.pdf/detail. [Accessed 9 Desember 2016].