

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAAN**

#### **4.1 SOP Penggunaan Alat *Centrifuge***

Penjelasan pengoperasian modul *centrifuge* ini disesuaikan dengan *list program* yang telah dirancang. Berikut langkah- langkah pengoperasian modul *centrifuge*:

1. Hubungkan kabel power modul dengan sumber tegangan PLN (220V).
2. Nyalakan alat dengan menekan saklar power *ON/ OFF* para posisi *ON* dan modul akan menyala.
3. Pada saat alat dinyalakan, maka kipas yang berada di dalam alat akan menyala kemudian muncul tampilan yang memberikan informasi mengenai alat dan pembuatnya.
4. Lakukan pengaturan kecepatan sesuai dengan pemeriksaan yang akan dilakukan. Menekan tombol *up* untuk menambahkan nilai pengaturan dan tombol *down* untuk mengurangi nilai pengaturan. Setelah nilai pengaturan telah sesuai dengan nilai yang dibutuhkan maka tekan tombol *OK*.
5. Lakukan pengaturan waktu sesuai dengan pemeriksaan yang akan dilakukan. menekan tombol *up* untuk menambahkan nilai pengaturan dan tombol *down* untuk mengurangi nilai pengaturan. Tombol *ok* digunakan untuk memulai oprasional *centrifuge*. tekan tombol *cancel* untuk kembali kepengaturan kecepatan motor.
6. Setelah ditekan tombol *ok* alat *centrifuge* akan bekerja, ketika tutup *centrifuge* dibuka maka motor akan berhenti bekerja.

7. Setelah waktu tercapai maka motor akan mati dan *buzzer* akan menyala selama 5 menit.
8. Saat sampel diambil sebelum waktu 5 menit maka *buzzer* akan mati.
9. Ketika waktu lebih dari 5 menit sampel belum diambil maka *buzzer* akan berhenti dengan sendirinya.
10. Setelah alat tidak digunakan dapat dimatikan dengan menekan power *ON/OFF* pada posisi *OFF*.
11. Cabut kabel power dari sumber tegangan PLN.

#### 4.2 Spesifikasi Alat

Alat *centrifuge* menggunakan motor ac universal dengan kecepatan diatur dari 1000-3000 Rpm dan dikendalikan oleh *timer* yang diatur sesuai kebutuhan. Pada rotor motor diberi tempat untuk menyimpan *cuvet*. Setelah motor berputar akan menimbulkan gaya *sentrifugal* yang dibutuhkan untuk memutar sampel sehingga zat padat dan cair terpisah.

Nama Alat : *Centrifuge* Dengan Rotor Sudut Tetap Berbasis  
*Microcontroller ATmega8*

Tegangan : 220

Frekuensi : 50-60 Hz

Daya : 109 Watt

#### 4.3 Gambar Alat

Untuk mengetahui bagaimana bentuk dari modul yang penulis buat dapat di lihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Alat *centrifuge*

#### 4.4 Pengujian Alat

Dalam melakukan pengujian kecepatan putar rotor 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.

Pada pengujian unjuk kerja terhadap alat *centrifuge*, penulis melakukan uji coba untuk memisahkan larutan suspensi. Larutan suspensi yang digunakan yaitu air kopi manis. Dengan menggunakan pengujian ini diharapkan akan didapat kejelasan mengenai fungsi kecepatan dan waktu dalam proses kerja alat *centrifuge*. Air kopi manis dipilih sebagai bahan uji karena merupakan larutan suspensi dan memiliki kehomogenan zat padat yang cukup kasar. Dengan menggunakan air kopi manis dimaksudkan untuk menghindari terjadinya infeksi nosokomial 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. Adapun hasil pengujian akan didokumentasikan dengan menggunakan kamera. Gambaran sampel sebelum dilakukan pemurnian dengan menggunakan modul *centrifuge* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 sampel sebelum diproses

#### **4.4.1. Pengujian Pada Pengaturan 1000 RPM**

##### **1. Pengukuran Kecepatan Putar Rotor**

Pengujian pertama dilakukan dengan mengukur waktu *centrifuge* selama 5 menit. Dengan mengambil data kecepatan putaran pada 1000 rpm. Kemudian putaran rotor *centrifuge* diukur dengan menggunakan *tachometer* pada awal putaran dan akhir putaran. Pemilihan awal dan akhir dari pengambilan data dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dari motor listrik yang digunakan. Dimana dalam pembuatan modul ini menggunakan motor listrik universal yang dipergunakan untuk mesin jahit. Sehingga pengujian pada awal dan akhir dimaksudkan untuk mengetahui tingkat

kestabilan putaran motor listrik. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 pengukuran putar 1000 RPM

1000 No	TERTAMPIL		THACOMETER	
	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% [11]. 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 lasung menggunakan fasilitas PWM dari *microcontroller*. Sehingga saat terjadi perubahan tegangan sumber (PLN) maka kecepatan putar rotor juga akan berubah.

## **2. Pengujian Memisahkan Sampel**

### **a. Durasi 5 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 1000 RPM dalam waktu 5 menit dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 sampel diproses pada kecepatan 1000 RPM durasi 5 Menit

**b. Durasi 10 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 1000 RPM dalam waktu 10 menit dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 sampel diproses pada kecepatan 1000 RPM durasi 10 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 1000 RPM selama 10 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 5 dan 10 menit dimana terdapat padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet pada durasi waktu pemutaran 10 menit.

**c. Derasi 15 Menit**

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 1000 RPM selama 15 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 10 dan 15 menit dimana terdapat padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet pada durasi waktu pemutaran 15 menit. Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 1000 RPM dalam waktu 15 menit dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 sampel diproses pada kecepatan 1000 RPM durasi 15 Menit

**d. Durasi 20 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 1000 RPM dalam waktu 5 menit dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 sampel diproses pada kecepatan 1000 RPM durasi 20 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 1000 RPM selama 20 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 15 dan 20 menit dimana terdapat



padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet pada durasi waktu pemutaran 20 menit. Hal tersebut menandakan bahwa semakin lama waktu yang digunakan, maka padatan yang mengendap semakin terpusat pada dasar kuvet. Dengan semakin memadatnya kopi pada pengujian ini berarti bahwa pemisahan yang terjadi semakin terlihat dan tidak akan mudah tercampur lagi pada saat kuvet dipindah.

#### 4.4.2. Pengujian Pada Pengaturan 1500 RPM

##### 1. Pengukuran Kecepatan Putar Rotor

Pengujian pertama dilakukan dengan mengukur waktu *centrifuge* selama 5 menit. Dengan mengambil data kecepatan putaran pada 1500 rpm. Kemudian putar rotor *centrifuge* di ukur dengan menggunakan *tachometer* pada awal putaran dan akhir putaran. Pemilihan awal dan akhir dari pengambilan data dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dari motor listrik yang digunakan. Dimana dalam pembuatan modul ini menggunakan motor listrik universal yang dipergunakan untuk mesin jahit. Sehingga pengujian pada awal dan akhir dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kestabilan putaran motor listrik. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 pengukuran putar 1500 RPM

1500 NO	TERTAMPIL		THACOMETER	
	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% [11]. Pada tampilan yang terdapat pada alat dengan alat perbandingan yang digunakan terdapat perbedaan, hal tersebut terjadi karena kenaikan yang terjadi pada alat sebesar 30 RPM sedangkan alat perbandingan 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.

## 2. Pengujian Memisahkan Sampel

### a. Durasi 5 Menit

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 1500 RPM dalam waktu 5 menit dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 sampel diproses pada kecepatan 1500 RPM durasi 5 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 1500 RPM selama 5 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet lebih banyak dari pada kecepatan 1000 RPM. Penyebaran endapan padat masih mengikuti bentuk kemiringan kuvet. Dengan zat padat masih mengikuti kemiringan kuvet *centrifuge* menandakan larutan suspensi belum terpisah dengan sempurna. Apabila kuvet *centrifuge* diambil maka memungkinkan zat yang terpisah akan bercampur kembali.

**b. Durasi 10 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 1500 RPM dalam waktu 10 menit dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 sampel diproses pada kecepatan 1500 RPM durasi 10 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 1500 RPM selama 10 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 5 dan 10 menit dimana terdapat padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet pada durasi waktu pemutaran 10 menit. Hal tersebut dapat dilihat dimana bentuk endapan lebih besar pada bagian bawah pada durasi 10 menit dari pada durasi 5 menit.

**c. Derasi 15 Menit**

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 1500 RPM selama 15 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 10 dan 15 menit dimana terdapat padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet pada durasi waktu pemutaran 15 menit. Pada pemisahan dengan durasi waktu 15 menit tidak mengikuti bentuk

kemiringan kuvet lagi, hal tersebut menandakan bahwa terjadi pemisahan yang lebih sempurna. Dimana saat kuvit diangkat dari rotor, maka gradasi pemisahan tidak akan mudah tercampur lagi. Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 1500 RPM dalam waktu 15 menit dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 sampel diproses pada kecepatan 1500 RPM durasi 15 Menit

**d. Durasi 20 Menit**

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 1500 RPM selama 20 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 15 dan 20 menit dimana terdapat padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet pada durasi waktu pemutaran 20 menit. Pada pemisahan dengan durasi waktu 20 menit tidak mengikuti bentuk kemiringan kuvet lagi, hal tersebut menandakan bahwa terjadi pemisahan yang lebih sempurna. Dimana saat kuvit diangkat dari rotor, maka gradasi pemisahan tidak akan mudah tercampur lagi. Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel

dengan kecepatan putar 1500 RPM dalam waktu 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 sampel diproses pada kecepatan 1500 RPM durasi 20 Menit

#### **4.4.3. Pengujian Pada Pengaturan 2000 RPM**

##### **1. Pengukuran Kecepatan Putar Rotor**

Pengujian pertama dilakukan dengan mengukur waktu *centrifuge* selama 5 menit. Dengan mengambil data kecepatan putran pada 2000 rpm. Kemudian putar rotor *centrifuge* di ukur dengan menggunakan *tachometer* pada awal putran dan akhir putran. Pemilihan awal dan akhir dari pengambilan data dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dari motor listrik yang digunakan. Dimana dalam pembuatan modul ini menggunakan motor listrik universal yang dipergunakan untuk mesin jahit. Sehingga pengujian pada awal dan akhir dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kestabilan putaran motor listrik. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 pengukuran putar 2000 RPM

2000	TERTAMPIL		THACOMETER	
NO	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% [11]. 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 lasung menggunakan fasilitas PWM dari microcontroler. Sehingga saat terjadi perubahan tegangan sumber (PLN) maka kecepatan putar rotor juga akan berubah.

## **2. Pengujian Memisahkan Sampel**

### **a. Durasi 5 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 2000 RPM dalam waktu 5 menit dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 sampel diproses pada kecepatan 2000 RPM durasi 5 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 2000 RPM selama 5 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet lebih banyak dari pada kecepatan 1500 RPM. Penyeparan endapan padat masih mengikuti



bentuk kemiringan kuvet. Dengan zat padat masih mengikuti kemiringan kuvet *centrifuge* menandakan larutan suspensi belum terpisah dengan sempurna. Apabila kuvet *centrifuge* diambil maka memungkinkan zat yang terpisah akan bercampur kembali.

**b. Durasi 10 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 2000 RPM dalam waktu 10 menit dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 sampel diproses pada kecepatan 2000 RPM durasi 10 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 2000 RPM selama 10 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 5 dan 10 menit dimana terdapat padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet pada durasi waktu pemutaran 10 menit. Pada pemisahan dengan durasi waktu 10 menit tidak mengikuti bentuk kemiringan kuvet lagi, hal tersebut menandakan bahwa terjadi pemisahan yang lebih sempurna. Dimana saat kuvit diangkat dari rotor, maka gradasi pemisahan tidak akan mudah tercampur lagi.

**c. Derasi 15 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 2000 RPM dalam waktu 15 menit dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 sampel diproses pada kecepatan 2000 RPM durasi 15 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 2000 RPM selama 15 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 10 dan 15 menit dimana terdapat padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet pada durasi waktu pemutaran 15 menit. Pada pemisahan dengan durasi waktu 15 menit tidak mengikuti bentuk kemiringan kuvet lagi, hal tersebut menandakan bahwa terjadi pemisahan yang lebih sempurna. Dimana saat kuvit diangkat dari rotor, maka gradasi pemisahan tidak akan mudah tercampur lagi.

**d. Durasi 20 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 2000 RPM dalam waktu 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 sampel diproses pada kecepatan 2000 RPM durasi 20 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 2000 RPM selama 20 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 15 dan 20 menit pada penendapan padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet. Pada pemisahan dengan durasi waktu 20 menit tidak mengikuti bentuk kemiringan kuvet lagi, hal tersebut menandakan bahwa terjadi pemisahan yang lebih sempurna. Dimana saat kuvet diangkat dari rotor, maka gradasi pemisahan tidak akan mudah tercampur lagi.

#### **4.4.4. Pengujian Pada Pengaturan 2500 RPM**

##### **1. Pengukuran kecepatan Putar Rotor**

Pengujian pertama dilakukan dengan mengukur waktu *centrifuge* selama 5 menit. Dengan mengambil data kecepatan putran pada 2500 rpm. Kemudian putar rotor *centrifuge* di ukur dengan menggunakan *tachometer* pada awal putran dan akhir putran. Pemilihan awal dan akhir dari pengambilan data dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dari motor listrik yang digunakan. Dimana dalam pembuatan modul ini menggunakan motor listrik universal yang dipergunakan untuk mesin jahit.

Sehingga pengujian pada awal dan akhir dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kestabilan putaran motor listrik. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 pengukuran putar 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% [11]. 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.

## **2. Pengujian Memisahkan Sampel**

### **a. Durasi 5 Menit**

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 2500 RPM selama 5 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet lebih banyak dari pada kecepatan 2000 RPM. Penyebaran endapan padat masih mengikuti bentuk kemiringan kuvet. Dengan zat padat masih mengikuti kemiringan kuvet *centrifuge* menandakan larutan suspensi belum terpisah dengan sempurna. Apabila kuvet *centrifuge* diambil maka memungkinkan zat yang terpisah akan bercampur kembali. Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 2500 RPM dalam waktu 5 menit dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4. 15 sampel diproses pada kecepatan 2500 RPM durasi 5 Menit

**b. Durasi 10 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 2500 RPM dalam waktu 10 menit dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 sampel diproses pada kecepatan 2500 RPM durasi 10 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 2500 RPM selama 10 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet lebih banyak dari pada kecepatan 2500 RPM dengan durasi 5 menit. Penyebaran endapan

padat masih mengikuti bentuk kemiringan kuvet. . Dengan zat padat masih mengikuti kemiringan kuvet *centrifuge* menandakan larutan suspensi belum terpisah dengan sempurna. Apabila kuvet *centrifuge* diambil maka memungkinkan zat yang terpisah akan bercampur kembali.

**c. Derasi 15 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 2500 RPM dalam waktu 15 menit dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 sampel diproses pada kecepatan 2500 RPM durasi 15 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 2500 RPM selama 15 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet. Terdapat perbedaan antara waktu pemutaran sampel 10 dan 15 menit pada penendapan padatan yang lebih mengendap ke dasar kuvet. Pada pemisahan dengan durasi waktu 15 menit tidak mengikuti bentuk kemiringan kuvet lagi, hal tersebut menandakan bahwa terjadi pemisahan yang lebih sempurna. Dimana saat kuvit diangkat dari rotor, maka gradasi pemisahan tidak akan mudah tercampur lagi.

**d. Durasi 20 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 2500 RPM dalam waktu 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 sampel diproses pada kecepatan 2500 RPM durasi 20 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 2500 RPM selama 20 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet lebih banyak dari pada durasi pemutaran 15 menit. Dalam pengamatan dengan pencahayaan yang bagus maka akan terlihat lapisan dari gula yang mengendap pada lapisan paling atas, namun lapisan gula masih tipis dan belum rata. Dengan terlihatnya lapisan gula menandakan bahwa larutan sampel kopi manis dapat dipisahkan berdasarkan masa jenis bahan penyusunnya. Namun pada kecepatan 2500 RPM dan durasi 20 menit endapan kopi masih mengikuti bentuk kemiringan kuvet. Sehingga hal tersebut akan memungkinkan bahwa pemisahan akan tercampur kembali pada saat kuvet diangkat dari rotor atau dipindahkan.



#### 4.4.5. Pengujian Pada Pengaturan 3000 RPM

##### 1. Pengukuran Kecepatan Putar Rotor

Pengujian pertama dilakukan dengan mengukur waktu *centrifuge* selama 5 menit. Dengan mengambil data kecepatan putran pada 3000 rpm. Kemudian putar rotor *centrifuge* di ukur dengan menggunakan *tachometer* pada awal putran dan akhir putran. Pemilihan awal dan akhir dari pengambilan data dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dari motor listrik yang digunakan. Dimana dalam pembuatan modul ini menggunakan motor listrik universal yang dipergunakan untuk mesin jahit. Sehingga pengujian pada awal dan akhir dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kestabilan putaran motor listrik. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 pengukuran putar 3000 RPM

3000 NO	TERTAMPIL		THACOMETER	
	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		0,89	

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% [11]. Pada tampilan yang terdapat pada alat dengan alat pembanding yang digunakan terdapat perbedaanyang 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 microcontroler. Sehingga saat terjadi perubahan tegangan sumber (PLN) maka kecepatan putar rotor juga akan berubah.

## **2. Pengujian Memisahkan Sampel**

### **a. Durasi 5 Menit**

Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 3000 RPM dalam waktu 5 menit dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4. 19 sampel diproses pada kecepatan 3000 RPM durasi 5 Menit

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 3000 RPM selama 5 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet lebih banyak kecepatan putar 2500 RPM. Adapun sebaran dari endapan padat masih mengikuti bentuk kemiringan kuvet. Dalam pengamatan dengan pencahayaan yang bagus maka akan terlihat lapisan dari gula yang mengendap pada lapisan paling atas. Pada pengujian ini sudah didapatkan gradasi dari bahan-bahan yang digunakan yaitu pada bawah terdapat lapisan kopi, kemudian air, dan paling atas adalah lapisan gula. Dengan terlihatnya lapisan gula menandakan bahwa alat dapat melakukan pemisahan zat pada larutan suspensi berdasarkan massa jenisnya.

**b. Durasi 10 Menit**

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 3000 RPM selama 10 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet lebih banyak dari pada durasi putar 5 menit. Adapun sebaran dari endapan padat telah jatuh lebih dalam lagi di dasar kuvet. Dalam pengamatan dengan pencahayaan yang bagus maka akan terlihat lapisan dari gula yang mengendap pada lapisan paling atas. Pada

pengujian ini sudah didapatkan gradasi dari bahan-bahan yang digunakan yaitu pada bawah terdapat lapisan kopi, kemudian air, dan paling atas adalah lapisan gula. Pada kecepatan dan waktu ini diperoleh lapisan gula yang lebih banyak dari waktu pengoprasian 5 menit. Dengan terlihatnya lapisan gula menandakan bahwa alat dapat melakukan pemisahan zat pada larutan suspensi berdasarkan massa jenisnya. Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 3000 RPM dalam waktu 10 menit dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4. 20 sampel diproses pada kecepatan 3000 RPM durasi 10 Menit

**c. Derasi 15 Menit**

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 3000 RPM selama 15 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet lebih banyak dari durasi putar rotor 10 menit. Adapun sebaran dari endapan padat lebih jatuh lagi ke dalam dasar kuvet. Dalam pengamatan dengan pencahayaan yang bagus maka akan terlihat lapisan dari gula yang mengendap pada lapisan paling atas. Pada pengujian ini sudah didapatkan gradasi dari bahan-bahan yang digunakan yaitu pada bawah terdapat lapisan kopi, kemudian air, dan paling atas adalah lapisan gula. Pada

kecepatan dan waktu ini diperoleh lapisan gula yang lebih banyak dari waktu pengoprasian 10 menit. Dengan terlihatnya lapisan gula menandakan bahwa alat dapat melakukan pemisahan zat pada larutan suspensi berdasarkan massa jenisnya. Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 3000 RPM dalam waktu 15 menit dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 sampel diproses pada kecepatan 3000 RPM durasi 15 Menit

**d. Durasi 20 Menit**

Dari hasil percobaan pemisahan air kopi manis pada kecepatan putar 3000 RPM selama 20 menit telah terdapat pengendapan material padat di dasar kuvet lebih banyak dibanding durasi 15 menit. Adapun sebaran dari endapan telah terkonsentrasi di dasar kuvet. Dalam pengamatan dengan pencahayaan yang bagus maka akan terlihat lapisan dari gula yang mengendap pada lapisan paling atas. Lapisan endapan gula pada durasi 20 menit terlihat lebih banyak dari pada durasi 15 menit. Pada pengujian ini sudah didapatkan gradasi dari bahan-bahan yang digunakan yaitu pada bawah terdapat lapisan kopi, kemudian air, dan paling atas adalah lapisan gula. Pada kecepatan dan waktu ini diperoleh lapisan gula yang lebih banyak dari waktu

pengoprasian 15 menit. Dengan terlihatnya lapisan gula menandakan bahwa alat dapat melakukan pemisahan zat pada larutan suspensi berdasarkan massa jenisnya. Namun pengamatan terhadap motor di dalam alat mengalami peningkatan *temperature* pada kecepatan 3000 RPM dan waktu 20 menit. Peningkatan *temperature* panas pada motor alat terjadi karena motor bekerja dalam durasi waktu yang cukup lama sehingga terjadi gesekan antara rotor dan stator motor yang lebih sering. Dimana pada saat besi rotor bergesekan dengan besi stator dengan kecepatan yang tinggi dan durasi waktu lama akan menimbulkan panas yang tinggi pada bagian motor. Apabila motor dibiarkan beroperasi dengan *temperature* panas yang tinggi dengan durasi putaran yang lama, dikhawatirkan motor akan cepat rusak. Hal tersebut dimungkinkan karena motor yang dipergunakan tidak dilengkapi dengan pengaman *temperature* berlebih. Adapun hasil yang di dapatkan dalam pengujian sampel dengan kecepatan putar 3000 RPM dalam waktu 20 menit dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 22 sampel diproses pada kecepatan 3000 RPM durasi 20 Menit

## 4.5 Pembahasan

Dari data pengujian yang telah penulis lakukan maka dibuatlah pembahasan agar lebih memahami hasilnya. Adapun pembahasan mengenai pengujian yang terjadi adalah sebagai berikut:

### 4.5.1. Pengukuran Kecepatan Putar Rotor

Berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan pengukuran kecepatan putar pada alat *centrifuge* didapatkan beberapa hasil pengukuran. Untuk pengambilan data kecepatan putar 1000 RPM diperoleh rata-rata kecepatan putar sebesar 1060,5 RPM pada tampilan alat dan 1070,4 RPM pada pengukuran *tachometer*, sehingga terdapat penyimpangan 60,5 dan 70,4 dengan *error* 6,05% dan 7,04%. Pengambilan data waktu 1500 RPM diperoleh rata-rata kecepatan putar sebesar 1515 RPM pada tampilan alat dan 1535,35 RPM pada pengukuran *tachometer*, sehingga terdapat penyimpangan 15 dan 35,35 dengan *error* 1% dan 2,36%. Pengambilan data waktu 2000 RPM diperoleh rata-rata kecepatan putar sebesar 2081 RPM pada tampilan alat dan 2096,95 RPM pada pengukuran *tachometer*, sehingga terdapat penyimpangan 81 dan 96,95 dengan *error* 4,05% dan 4,85%. Pengambilan data waktu 2500 RPM diperoleh rata-rata kecepatan putar sebesar 2500,5 RPM pada tampilan alat dan 2511,37 RPM pada pengukuran *tachometer*, sehingga terdapat penyimpangan 0,5 dan 11,37 dengan *error* 0,02% dan 0,45%. Pengambilan data waktu 3000 RPM diperoleh rata-rata kecepatan putar sebesar 2579 RPM pada tampilan alat dan 2973,25 RPM pada pengukuran *tachometer*, sehingga terdapat penyimpangan 2421 dan 26,75 dengan *error* 80,7% dan 0,90%. Pada pengukuran 3000 RPM nilai yang tertampil pada modul tidak bagus, namun pengukuran dengan alat pembanding memiliki nilai *error* yang masih masuk dalam toleransi untuk alat *centrifuge* yaitu 10% [11].

Buruknya hasil pembacaan pada kecepatan 3000 RPM di alat ini karena bentuk dari baling- baling sensor kecepatan yang belum tepat. Hal tersebut menyebabkan modul sensor kecepatan Fc-03 tidak dapat membaca berkas baling-baling karena putarannya terlalu cepat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat *centrifuge* yang telah dibuat memiliki nilai simpangan *error* paling besar pada kecepatan putar 1000 RPM dengan nilai 7,04%. Adapun nilai yang diizinkan pada alat *centrifuge* memiliki nilai *error* dibawah 10%. Dengan demikian maka alat *centrifuge* yang telah dibuat masuk kedalam persyaratan tersebut.

#### **4.5.1. Pengujian Memisahkan Sampel**

Berdasarkan pengambilan data yang telah penulis lakukan dengan pengujian memisahkan larutan suspensi berupa kopi manis, didapatkan beberapa hasil pengujian. 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. 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. 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. 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. 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. Panasnya motor listrik yang digunakan disebabkan karena motor listrik bekerja dalam jangka waktu yang panjang dan secara terus menerus. Selain itu penggunaan PWM sebagai pengandali kecepatan putar motor juga memberikan andil terbentuknya panas tersebut.