

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Spesifikasi Alat

Automatic mortar didesain khusus agar diperuntukan bagi *user* guna untuk mempermudah apoteker dalam menggerus obat. Dengan bantuan pisau penggerus yang telah dihubungkan ke motor mampu menghaluskan obat dalam waktu 3 detik untuk 1 obat. Dengan menggunakan sensor *optocoupler* dapat menghitung jumlah obat secara otomatis, lalu jumlah obat dan lama waktu penggerusan akan ditampilkan oleh LCD.

Nama Alat : *Automatic* Mortar berbasis *microcontroller* AVR ATmega 8

Tegangan : 220 Volt

Daya : 250 watt

Frekuensi : 50 Hz

Kecepatan Motor : 28.000 RPM

Sedangkan alat yang sudah ada dengan merk *dumed power* adalah sebuah blender obat otomatis yang menggunakan mesin utama blender obat memiliki 18.000 RPM (Roda Putaran Mesin/menit). Dengan kecepatan yang sangat tinggi ini memungkinkan bahan tablet yang dihaluskan hanya memerlukan hitungan 8 detik sudah halus seketika. *Voltase* 220 Volt dan memerlukan daya listrik yang bervariasi mulai dari 80 – 200 watt. Jika tablet yang dimasukan sedikit maka listrik yang digunakanpun rendah, begitupun sebaliknya, semakin banyak tablet yang di haluskan maka *watt*-nya pun bertambah.

Spesifikasi blender obat merk *dumed power*:

Kecepatan Motor : 18.000 RPM

Daya listrik : 80 – 200 Watt

Tegangan : 220 Volt

Waktu untuk menghaluskan 1 buah tablet adalah 8 detik

4.2 Gambar Alat

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



Gambar 4. 1 Alat *Automatic Mortar*

4.3 Cara Kerja Alat

Ketika saklar *ON* ditekan, akan terjadi proses inialisasi alat IC AVR Atmega 8 melalui LCD. Apabila sensor *optocouple* mendeteksi adanya obat yang masuk, *output* dari sensor *optocoupler* akan diolah oleh *microcontroller* ATmega

8, kemudian akan dihitung berapa jumlah obat yang masuk. Untuk pengaturan lama waktu penggerusan sudah di *setting* secara otomatis oleh *microcontroller*. Jumlah obat dan waktu penggerusan akan diolah oleh IC AVR ATmega 8 untuk di tampilkan pada *display* LCD 16x2. Jika waktu yang dibutuhkan sudah diatur dan operator menekan tombol *start*, maka secara otomatis *timer ON*. Dengan aktifnya *timer*, akan mulai menghitung waktu penggerusan. *Relay* juga bekerja bersamaan dengan aktifnya *timer* dan menghidupkan motor sehingga motor menggerakkan pisau yang terbuat dari bahan *stainless*. Pisau tersebut akan mulai menggerus obat. Setelah waktu yang ditentukan terpenuhi, maka *timer OFF* dan motor berhenti berputar disertai dengan berbunyinya *buzzer* lalu LCD akan menampilkan tulisan “selesai” sebagai indikator bahwa penggerusan obat telah selesai.

4.4 Standar operasional prosedur (SOP) penggunaan alat *automatic mortar*

Sebelum memulai pengoprasian alat, berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan :

1. Hubungkan kabel *power* ke jala-jala PLN
2. Pastikan pada saat mengoprasionalkan alat *automatic mortar* berada pada tempat yang datar atau rata
3. Gunakan sarung tangan karet agar ketika operator mengambil obat tetap dalam keadaan higienis
4. Gunakan masker agar ketika proses penggerusan berlangsung apoteker tidak menghirup serbuk obatnya
5. Tekan tombol *power* keposisi *ON* untuk menghidupkan alat

6. Masukkan obat ke dalam ruang penggerusan
7. Sambungkan USB
8. Putar wadah penggerus sampai ketiga tombol *start* tertekan
9. Putar tutup ruang penggerusan agar pada saat proses penggerusan obat tidak bertaburan keluar
10. Tekan tombol *start* untuk memulai proses penggerusan obat
11. Tekan tombol *reset* jika terjadi sesuatu hal yang tidak diinginkan atau ingin memulai ulang proses penggerusan
12. Setelah proses penggerusan selesai, matikan tombol *power* terlebih dahulu.
13. Lepas kabel USB sebelum melepas wadah penggerus obat
14. Setelah itu keluarkan obat dari tempatnya
15. Lepas kabel *power* dari jala-jala PLN
16. Bersihkan ruang penggerusan dengan menggunakan kuas agar tidak ada sisa obat
17. Letakkan alat ke dalam lemari atau ruang yang aman, bersih, sejuk

4.5 Percobaan Alat *Automatic* Mortar

4.5.1 Pengukuran Lama Waktu Penggerusan

Dalam pengambilan data pengukuran lama waktu penggerusan penulis melakukan 6 kali percobaan dimana hasilnya akan dibandingkan dengan *stopwatch* guna untuk mengetahui nilai rata-rata, persentasi *error*, simpangan dan standar deviasi.

1. Percobaan lama waktu penggerusan untuk 5 obat pada alat

Pengujian pertama dilakukan dengan memasukkan 5 obat ke dalam ruang penggerusan pada alat. Dimana hasil waktu penggerusan yang tertampil pada alat akan dibandingkan dengan *stopwatch*. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4. 1 Hasil percobaan lama waktu penggerusan untuk 5 obat pada alat

No	Jumlah Obat	Waktu Tertampil (s)	<i>Stopwatch</i> (s)
1	5	15	15.31
2	5	15	15.31
3	5	15	15.31
4	5	15	15.25
5	5	15	15.38
6	5	15	15.28
7	5	15	15.3
8	5	15	15.25
9	5	15	15.28
10	5	15	15.31
Rata-rata	15,298 detik		
Simpangan	0,298 detik		
Presentasi <i>error</i>	2,98 %		
Standar deviasi	0,316		

Berdasarkan data diatas maka diperoleh hasil perhitungan dengan rata-rata 15,298 detik dengan simpangan 0,298 detik dan presentasi *error* 2,98 % serta standar deviasi sebesar 0,316. Dari standar deviasi tersebut menandakan bahwa data yang diperoleh akurat karena semakin kecil standar deviasi maka data yang diperoleh semakin akurat. Berdasarkan persentasi *error* yang diperoleh kurang dari 5% hal tersebut menandakan bahwa alat laik digunakan.

2. Percobaan lama waktu penggerusan untuk 6 obat pada alat

Pengujian kedua dilakukan dengan memasukkan 6 obat ke dalam ruang penggerusan pada alat. Dimana hasil waktu penggerusan yang tertampil pada alat akan dibandingkan dengan *stopwatch*. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4. 2 Hasil percobaan lama waktu penggerusan untuk 6 obat pada alat

No	Jumlah Obat	Waktu Tertampil (S)	<i>Stopwatch</i> (S)
1	6	18	18.31
2	6	18	18.29
3	6	18	18.32
4	6	18	18.3
5	6	18	18.34
6	6	18	18.28
7	6	18	18.33
8	6	18	18.31
9	6	18	18.35
10	6	18	18.4
Rata-rata	18,324 detik		
Simpangan	0,323 detik		
Presentasi <i>error</i>	3,23%		
Standar deviasi	0,342		

Berdasarkan data diatas maka diperoleh hasil perhitungan dengan rata-rata 18,324 detik dengan simpangan 0,323 detik dan presentasi *error* 3,23 % serta standar deviasi sebesar 0,342. Dari standar deviasi tersebut menandakan bahwa data yang diperoleh akurat karena semakin kecil standar deviasi maka data yang diperoleh semakin akurat. Berdasarkan persentasi *error* yang diperoleh kurang dari 5% hal tersebut menandakan bahwa alat laik digunakan.

3. Percobaan lama waktu penggerusan untuk 7 obat pada alat

Pengujian ketiga dilakukan dengan memasukkan 7 obat ke dalam ruang penggerusan pada alat. Dimana hasil waktu penggerusan yang tertampil pada alat akan dibandingkan dengan *stopwatch*. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4. 3 Hasil percobaan lama waktu penggerusan untuk 7 obat pada alat

No	Jumlah Obat	Waktu Tertampil (S)	<i>Stopwatch</i> (S)
1	7	21	21.44
2	7	21	21.4
3	7	21	21.38
4	7	21	21.35
5	7	21	21.45
6	7	21	21.32
7	7	21	21.3
8	7	21	21.36
9	7	21	21.44
10	7	21	21.37
Rata-rata	21,381 detik		
simpangan	0,381 detik		
Persentasi <i>error</i>	3,81 %		
Standar deviasi	0,404		

Berdasarkan data diatas maka diperoleh hasil perhitungan dengan rata-rata 21,381 detik dengan simpangan 0,381 detik dan presentasi *error* 3,81 % serta standar deviasi sebesar 0,404. Dari standar deviasi tersebut menandakan bahwa data yang diperoleh akurat karena semakin kecil standar deviasi maka data yang diperoleh semakin akurat. Berdasarkan persentasi *error* yang diperoleh kurang dari 5% hal tersebut menandakan bahwa alat laik digunakan.

4. Percobaan lama waktu penggerusan untuk 8 obat pada alat

Pengujian keempat dilakukan dengan memasukkan 8 obat ke dalam ruang penggerusan pada alat. Dimana hasil waktu penggerusan yang tertampil pada alat akan dibandingkan dengan *stopwatch*. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4. 4 Hasil percobaan lama waktu penggerusan untuk 8 obat pada alat

No	Jumlah Obat	Waktu Tertampil (S)	<i>Stopwatch</i> (S)
1	8	24	24.65
2	8	24	24.37
3	8	24	23.94
4	8	24	24.1
5	8	24	24.56
6	8	24	24.47
7	8	24	24.47
8	8	24	24.41
9	8	24	24.5
10	8	24	24.03
Rata-rata	24,35 detik		
Simpangan	0,35 detik		
Persentasi <i>error</i>	3,5 %		
Standar deviasi	0,440		

Berdasarkan data diatas maka diperoleh hasil perhitungan dengan rata-rata 24,35 detik dengan simpangan 0,35 detik dan presentasi *error* 3,5 % serta standar deviasi sebesar 0,440. Dari standar deviasi tersebut menandakan bahwa data yang diperoleh akurat karena semakin kecil standar deviasi maka data yang diperoleh semakin akurat. Berdasarkan persentasi *error* yang diperoleh kurang dari 5% hal tersebut menandakan bahwa alat laik digunakan.

5. Percobaan lama waktu penggerusan untuk 9 obat pada alat

Pengujian kelima dilakukan dengan memasukkan 9 obat ke dalam ruang penggerusan pada alat. Dimana hasil waktu penggerusan yang tertampil pada alat akan dibandingkan dengan *stopwatch*. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini:

Tabel 4. 5 Hasil percobaan lama waktu penggerusan untuk 9 obat pada alat

No	Jumlah Obat	Waktu Tertampil (S)	<i>Stopwatch</i> (S)
1	9	27	27.53
2	9	27	27.44
3	9	27	27.4
4	9	27	27.35
5	9	27	27.48
6	9	27	27.52
7	9	27	27.39
8	9	27	27.41
9	9	27	27.33
10	9	27	27.37
Rata-rata	27,422 detik		
Simpangan	0,422 detik		
Persentasi <i>error</i>	4,22 %		
Standar deviasi	0,450		

Berdasarkan data diatas maka diperoleh hasil perhitungan dengan rata-rata 27,422 detik dengan simpangan 0,422 detik dan presentasi *error* 4,22 % serta standar deviasi sebesar 0,450. Dari standar deviasi tersebut menandakan bahwa data yang diperoleh akurat karena semakin kecil standar deviasi maka data yang diperoleh semakin akurat. Berdasarkan persentasi *error* yang diperoleh kurang dari 5% hal tersebut menandakan bahwa alat laik digunakan.

6. Percobaan lama waktu penggerusan untuk 10 obat pada alat

Pengujian keenam dilakukan dengan memasukkan 10 obat ke dalam ruang penggerusan pada alat. Dimana hasil waktu penggerusan yang tertampil pada alat akan dibandingkan dengan *stopwatch*. Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini:

Tabel 4. 6 Hasil percobaan lama waktu penggerusan untuk 10 obat pada alat

No	Jumlah Obat	Waktu Tertampil (S)	<i>Stopwatch</i> (S)
1	10	30	30.15
2	10	30	30.47
3	10	30	30.78
4	10	30	30.5
5	10	30	30.44
6	10	30	30.29
7	10	30	30.18
8	10	30	30.46
9	10	30	30.2
10	10	30	30.28
Rata-rata	30,375 detik		
Simpangan	0,375 detik		
Persentasi <i>error</i>	3,75 %		
Standar deviasi	0,439		

Berdasarkan data diatas maka diperoleh hasil perhitungan dengan rata-rata 30,375 detik dengan simpangan 0,375 detik dan presentasi *error* 3,75 % serta standar deviasi sebesar 0,439. Dari standar deviasi tersebut menandakan bahwa data yang diperoleh akurat karena semakin kecil standar deviasi maka data yang diperoleh semakin akurat. Berdasarkan persentasi *error* yang diperoleh kurang dari 5% hal tersebut menandakan bahwa alat laik digunakan.

4.5.2 Percobaan Penggerusan Obat

Dalam percobaan ini penulis melakukan penelitian terhadap hasil kerja alat dengan cara melakukan percobaan penggerusan obat menggunakan alat *automatic* mortar yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan mortir biasa guna untuk mengetahui kehalusan obat yang mampu digerus oleh alat. Penulis juga menggunakan ayakan sebagai media untuk mengetahui tingkat kehalusan obat. Disini penulis melakukan 6 kali percobaan penggerusan obat, berikut ini adalah hasil dari percobaan tersebut:

1. Proses percobaan penggerusan untuk 5 obat

Untuk hasil penggerusan dengan jumlah obat 5 pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini:



Gambar 4. 2 Obat yang telah digerus menggunakan alat *automatic* mortar

Sedangkan untuk hasil penggerusan dengan jumlah obat 5 pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini:



Gambar 4. 3 Obat yang telah digerus menggunakan mortir manual

Setelah melalui proses penggerusan kemudian penulis melakukan proses pengayakan menggunakan ayakan dengan nomer ayakan 60 dan besar lubang ayakan $250\mu\text{m}$. Sebelum melakukan proses penggerusan, penulis melakukan penimbangan terhadap berat obat awal sebelum digerus, adapun berat awal untuk 5 obat adalah sebesar 3,8 gram. Setelah digerus dan melakukan pengayakan, penulis juga melakukan proses penimbangan terhadap hasil obat yang telah diayak tersebut, pada mortir manual mendapatkan hasil 1,9 gram obat yang halus dan 0,2 gram obat yang tidak halus serta terdapat 1,7 gram obat yang hilang. Sedangkan pada *automatic* mortar mendapatkan hasil 3 gram obat yang halus dan 0,6 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,2 gram obat yang hilang dikarenakan masih tertinggal diruang penggerusan atau terbang karena partikelnya sangat lembut. Berikut ini adalah gambar hasil proses pengayakan obat:

Untuk hasil pengayakan obat pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini:



Gambar 4. 4 Obat pada alat *automatic* mortar telah melalui proses pengayakan

Sedangkan untuk hasil pengayakan obat pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini:



Gambar 4. 5 Obat pada mortir manual telah melalui proses pengayakan

2. Proses percobaan penggerusan untuk 6 obat

Untuk hasil penggerusan dengan jumlah obat 6 pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini:



Gambar 4. 6 Obat yang telah digerus menggunakan alat *automatic* mortar

Untuk hasil penggerusan dengan jumlah obat 6 pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini:



Gambar 4. 7 Obat yang telah digerus menggunakan mortir manual

Setelah melalui proses penggerusan kemudian penulis melakukan proses pengayakan menggunakan ayakan dengan nomer ayakan 60 dan besar lubang ayakan $250\mu\text{m}$. Sebelum melakukan proses penggerusan, penulis melakukan proses penimbangan terhadap berat obat awal sebelum digerus, adapun berat awal untuk 6 obat adalah sebesar 4,5 gram. Setelah digerus dan melakukan pengayakan, penulis juga melakukan proses penimbangan terhadap hasil obat yang telah diayak tersebut, pada mortir manual mendapatkan hasil 4,1 gram obat

yang halus dan 0,3 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,1 gram obat yang hilang. Sedangkan pada *automatic mortar* mendapatkan hasil 3,7 gram obat yang halus dan 0,5 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,3 gram obat yang hilang dikarenakan masih tertinggal diruang penggerusan atau terbang karena partikelnya sangat lembut. Berikut ini adalah gambar hasil proses pengayakan obat:

Untuk hasil pengayakan obat pada alat *automatic mortar* dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini:



Gambar 4. 8 Obat pada *automatic mortar* yang telah melalui proses pengayakan

Dan untuk hasil pengayakan obat pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.9 dibawah ini:



Gambar 4. 9 Obat pada mortir manual yang telah melalui proses pengayakan

3. Proses percobaan penggerusan untuk 7 obat

Untuk hasil penggerusan dengan jumlah obat 7 pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.10 dibawah ini:



Gambar 4. 10 Obat yang telah digerus menggunakan *automatic* mortar

Sedangkan untuk hasil penggerusan pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.11 dibawah ini:



Gambar 4. 11 Obat yang telah digerus menggunakan mortir manual

Setelah melalui proses penggerusan kemudian penulis melakukan proses pengayakan menggunakan ayakan dengan nomer ayakan 60 dan besar lubang ayakan $250\mu\text{m}$. Sebelum melakukan proses penggerusan, penulis melakukan

penimbangan terhadap berat obat awal sebelum digerus, adapun berat awal untuk 7 obat adalah sebesar 5,3 gram. Setelah digerus dan melakukan pengayakan, penulis juga melakukan proses penimbangan terhadap hasil obat yang telah diayak tersebut, pada mortir manual mendapatkan hasil 4,7 gram obat yang halus dan 0,5 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,1 gram obat yang hilang. Sedangkan pada *automatic* mortar mendapatkan hasil 4,6 gram obat yang halus dan 0,6 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,1 gram obat yang hilang dikarenakan masih tertinggal diruang penggerusan atau terbang karena partikelnya sangat lembut. Berikut ini adalah gambar hasil proses pengayakan obat:

Untuk hasil proses pengayakan pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.12 dibawah ini:



Gambar 4. 12 Obat pada *automatic* mortar yang telah melalui proses pengayakan

Sedangkan untuk hasil pengayakan pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.13 dibawah ini:



Gambar 4. 13 Obat pada mortir manual yang telah melalui proses pengayakan

4. Proses percobaan penggerusan untuk 8 obat

Untuk hasil penggerusan dengan jumlah obat 8 pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.14 dibawah ini:



Gambar 4. 14 Obat yang telah digerus menggunakan alat *automatic* mortar

Sedangkan untuk hasil penggerusan pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.15 dibawah ini:



Gambar 4. 15 Obat yang telah digerus menggunakan mortir manual

Setelah melalui proses penggerusan kemudian penulis melakukan proses pengayakan menggunakan ayakan dengan nomer ayakan 60 dan besar lubang ayakan 250 μ m. Sebelum melakukan proses penggerusan, penulis melakukan penimbangan terhadap berat obat awal sebelum digerus, adapun berat awal untuk 8 obat adalah sebesar 6 gram. Setelah digerus dan melakukan pengayakan, penulis juga melakukan proses penimbangan terhadap hasil obat yang telah diayak tersebut, pada mortir manual mendapatkan hasil 5,4 gram obat yang halus dan 0,5 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,1 gram obat yang hilang. Sedangkan pada *automatic* mortar mendapatkan hasil 5,3 gram obat yang halus dan 0,6 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,1 gram obat yang hilang dikarenakan masih tertinggal diruang penggerusan atau terbang karena partikelnya sangat lembut. Berikut ini adalah gambar hasil proses pengayakan obat:

Untuk hasil pengayakan obat pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.16 dibawah ini:



Gambar 4. 16 Obat pada *automatic* mortar yang telah melalui proses pengayakan

Dan untuk hasil pengayakan pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.17 dibawah ini:



Gambar 4. 17 Obat pada mortir manual yang telah melalui proses pengayakan

5. Proses percobaan penggerusan untuk 9 obat

Untuk hasil penggerusan dengan jumlah obat 9 pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.18 dibawah ini:



Gambar 4. 18 Obat yang telah digerus menggunakan alat *automatic* mortar

Dan untuk hasil penggerusan obat pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.19 dibawah ini:



Gambar 4. 19 Obat yang telah digerus menggunakan mortir manual

Setelah melalui proses penggerusan kemudian penulis melakukan proses pengayakan menggunakan ayakan dengan nomer ayakan 60 dan besar lubang ayakan $250\mu\text{m}$. Sebelum melakukan proses penggerusan, penulis melakukan penimbangan terhadap berat obat awal sebelum digerus, adapun berat awal untuk 9 obat adalah sebesar 6,8 gram. Setelah digerus dan melakukan pengayakan, penulis juga melakukan proses penimbangan terhadap hasil obat yang telah diayak tersebut, pada mortir manual mendapatkan hasil 5,9 gram obat yang halus dan 0,7 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,2 gram obat yang hilang. Sedangkan pada *automatic* mortar mendapatkan hasil 5,8 gram obat yang halus dan 0,4 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,6 gram obat yang hilang dikarenakan masih tertinggal diruang penggerusan atau terbang karena partikelnya sangat lembut. Berikut ini adalah gambar hasil proses pengayakan obat:

Untuk hasil pengayakan obat pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.20 dibawah ini:



Gambar 4. 20 Obat pada *automatic* mortar yang telah melalui proses pengayakan

Dan untuk hasil pengayakan pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.21 dibawah ini:



Gambar 4. 21 Obat pada alat mortir manual telah melalui proses pengayakan

6. Proses percobaan penggerusan untuk 10 obat

Untuk hasil penggerusan dengan jumlah obat 10 pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.22 dibawah ini:



Gambar 4. 22 Obat yang telah digerus menggunakan alat *automatic* mortar

Dan untuk hasil penggerusan obat pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.23 dibawah ini:



Gambar 4. 23 Obat yang telah digerus menggunakan mortir manual

Setelah melalui proses penggerusan kemudian penulis melakukan proses pengayakan menggunakan ayakan dengan nomer ayakan 60 dan besar lubang ayakan $250\mu\text{m}$. Sebelum melakukan proses penggerusan, penulis melakukan penimbangan terhadap berat obat awal sebelum digerus, adapun berat awal untuk 10 obat adalah sebesar 7,4 gram. Setelah digerus dan melakukan pengayakan,

penulis juga melakukan proses penimbangan terhadap hasil obat yang telah diayak tersebut, pada mortir manual mendapatkan hasil 5,5 gram obat yang halus dan 0,8 gram obat yang tidak halus serta terdapat 1,1 gram obat yang hilang. Sedangkan pada *automatic* mortar mendapatkan hasil 6,5 gram obat yang halus dan 0,7 gram obat yang tidak halus serta terdapat 0,2 gram obat yang hilang dikarenakan masih tertinggal diruang penggerusan atau terbang karena partikelnya sangat lembut. Berikut ini adalah gambar hasil proses pengayakan obat:

Untuk hasil pengayakan obat pada alat *automatic* mortar dapat dilihat pada Gambar 4.24 dibawah ini:



Gambar 4. 24 Obat pada *automatic* mortar yang telah melalui proses pengayakan

Sedangkan untuk hasil pengayakan obat pada alat mortir manual dapat dilihat pada Gambar 4.25 dibawah ini:



Gambar 4. 25 Obat pada alat mortir manual yang telah melalui proses pengayakan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah penulis lakukan maka untuk mempermudah memahami hasilnya dapat dilihat persentasinya dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini:

- Rumus untuk menentukan persentasi obat yang halus

$$\text{Obat Halus} = \frac{\text{obat halus}}{\text{berat obat awal}} \times 100$$

- Rumus untuk menentukan persentasi obat yang kurang halus

$$\text{Obat kurang halus} = \frac{\text{obat kurang halus}}{\text{berat obat awal}} \times 100$$

- Rumus untuk menentukan persentasi obat yang hilang

$$\text{Obat hilang} = \frac{\text{berat obat awal} - \text{obat halus} - \text{obat kurang halus}}{\text{berat obat awal}} \times 100$$

Adapun hasil perhitungan dengan menggunakan rumus tersebut maka didapatkan hasil persentasi seperti pada tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4. 7 Perbandingan hasil kehalusan penggerusan obat pada alat *automatic* mortar dan mortir manual

Jumlah Obat	Hasil pengayakan obat pada alat <i>automatic</i> mortar			Hasil pengayakan obat pada alat mortir manual		
	Halus	Kurang halus	Hilang	Halus	Kurang halus	Hilang
5	78%	15%	5%	50%	5%	44%
6	82%	11%	6%	91%	6%	2%
7	86%	11%	1%	88%	9%	1%
8	88%	10%	1%	90%	8%	1%
9	85%	5%	8%	86%	10%	2%
10	87%	9%	2%	74%	10%	14%
Rata-rata	Untuk obat yang halus pada alat <i>automatic</i> mortar adalah 84,3%			Untuk obat yang halus pada alat mortir manual adalah 79,8%		

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil perhitungan rata-rata untuk obat yang halus pada alat *automatic* mortar adalah sebanyak 84,3% dan pada alat mortir manual mendapatkan hasil 79,8% obat halus. Pada mortir manual mendapatkan hasil persentase lebih sedikit hal ini dikarenakan ketika apoteker menggunakan mortir manual dalam menggerus obat, semakin banyak obat yang harus digerus oleh apoteker maka semakin banyak juga tenaga yang harus dikeluarkan agar obat dapat tergerus dengan sempurna. Dengan banyaknya tenaga yang harus dikeluarkan, maka apoteker tersebut lelah sehingga obat yang bisa tergerus dengan sempurna semakin sedikit. Hal ini bisa dibuktikan berdasarkan tabel diatas, semakin banyaknya jumlah obat yang digerus maka persentase obat yang halus semakin sedikit. Berbeda ketika menggunakan alat *automatic* mortar, apoteker tidak membutuhkan tenaga yang berlebih dalam hal penggerusan karena alat ini sudah bisa bekerja secara otomatis sehingga tingkat kehalusannya akan semakin baik seiring bertambah banyaknya obat yang masuk kedalam ruang penggerusan. Dan untuk persentase obat yang hilang didapatkan hasil 11,3% pada alat mortir manual dan 4,5% pada alat *automatic* mortar. Untuk hasil persentase pada alat mortir manual mendapatkan hasil yang lebih tinggi daripada alat *automatic* mortar, hal ini disebabkan karena bentuk ruang yang lebih besar dan terbuka atau tidak ada penutupnya sehingga menyebabkan obat yang digerus terbang karena partikelnya yang terlalu kecil. Berbeda dengan alat *automatic* mortar mendapatkan hasil persentase obat hilang yang lebih kecil daripada alat mortir manual, hal ini disebabkan karena desain ruang penggerusan pada alat

automatic mortar yang lebih kecil dan tertutup sehingga pada saat proses penggerusan berlangsung obat yang keluar dari ruang penggerusan relatif sedikit.

4.5.3 Selisih hasil pengukuran waktu penggerusan pada alat *automatic mortar* dengan mortir manual

Latar belakang penulis membuat alat *automatic* mortar ini adalah agar untuk mempermudah apateker dalam menggerus obat khususnya dalam segi waktu, oleh karena itu penulis membandingkan lama waktu penggerusan yang dibutuhkan oleh alat *automatic* mortar dengan mortir alat penggerus obat manual. Untuk hasil pengukuran dari kedua alat tersebut dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini:

Tabel 4. 8 Selisih hasil pengukuran waktu penggerusan *automatic* mortar dengan mortir manual

Jumlah Obat	Lama waktu penggerusan obat pada alat <i>automatic mortar</i> (s)	Lama waktu penggerusan dengan menggunakan mortir (s)
5	15	27,30
6	18	29,10
7	21	38,50
8	24	41,90
9	27	46,00
10	30	58,00
Rata-rata selisih lama waktu penggerusanya adalah sebesar 17,63 detik		

Berdasarkan data tabel diatas dapat dilihat bahwa waktu penggerusan dengan menggunakan alat *automatic* mortar yang dibuat oleh penulis lebih cepat dibandingkan waktu penggerusan dengan menggunakan alat penggerus obat mortir manual. Hal ini dikarenakan jika menggunakan mortir manual lama waktu penggerusanya tidak bisa dipastikan hal tersebut tergantung pada kekuatan apoteker ketika menggerus obat. Biasanya semakin banyak obat yang digerus maka tenaga yang harus dikeluarkan oleh apoteker semakin banyak. Berbeda

ketika apoteker menggunakan *automatic* mortar, karena pada *automatic* mortar waktu penggerusnya sudah pasti dan tenaga yang harus dikeluarkan oleh apoteker lebih sedikit. Dan untuk hasil percobaan lama waktu penggerusan obat pada alat *automatic* mortar dan mortir manual didapatkan rata-rata selisih waktunya sebesar 17,63 detik.

4.5.4 Hasil Analisis

Berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan, pengukuran lama waktu penggerusan pada alat *automatic* mortar didapatkan beberapa hasil pengukuran. Pengambilan data percobaan lama waktu penggerusan untuk 5 obat pada alat diperoleh rata-rata 15,298 detik sehingga didapatkan penyimpangan sebesar 0,298 dan *error* 0,029% sedangkan standar deviasi yang dihasilkan sebesar 0,316. Pengambilan data percobaan lama waktu penggerusan untuk 6 obat pada alat diperoleh rata-rata 18,323 detik sehingga didapatkan penyimpangan sebesar 0,323 dan *error* 0,032% sedangkan standar deviasi yang dihasilkan sebesar 0,342. Pengambilan data percobaan lama waktu penggerusan untuk 7 obat pada alat diperoleh rata-rata 21,381 detik sehingga didapatkan penyimpangan sebesar 0,381 dan *error* 0,038% sedangkan standar deviasi yang dihasilkan sebesar 0,404. Pengambilan data percobaan lama waktu penggerusan untuk 8 obat pada alat diperoleh rata-rata 24,35 detik sehingga didapatkan penyimpangan sebesar 0,35 dan *error* 0,035% sedangkan standar deviasi yang dihasilkan sebesar 0,440. Pengambilan data percobaan lama waktu penggerusan untuk 9 obat pada alat diperoleh rata-rata 27,422 detik sehingga didapatkan penyimpangan sebesar 0,422 dan *error* 0,042% sedangkan standar deviasi yang dihasilkan sebesar 0,450.

Pengambilan data percobaan lama waktu penggerusan untuk 10 obat pada alat diperoleh rata-rata 30,375 detik sehingga didapatkan penyimpangan sebesar 0,375 dan *error* 0,037% sedangkan standar deviasi yang dihasilkan sebesar 0,439. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai standar deviasi penyimpangan maka semakin presisi data yang dihasilkan. Dan semakin kecil nilai *error* pengukuran maka semakin akurat juga data tersebut.

Berdasarkan pengambilan data untuk tingkat kehalusan obat pada alat *automatic* mortar didapatkan hasil persentasinya yaitu untuk jumlah obat 5 memperoleh 78% obat yang halus dan 15% obat yang kurang halus. Untuk jumlah obat 6 memperoleh 82% obat yang halus dan 11% obat yang kurang halus, jumlah obat 7 memperoleh 86% obat yang halus dan 11% obat yang kurang halus. Untuk jumlah obat 8 memperoleh 88% obat yang halus dan 10% obat yang kurang halus. Untuk jumlah obat 9 memperoleh 85% obat yang halus, 5% obat yang kurang halus dan jumlah obat 10 memperoleh 87% obat yang halus 9% obat kurang halus. Dengan demikian pada alat *automatic* mortar didapatkan hasil obat halus yang hampir seragam pada tiap percobaanya dan lebih stabil dalam persentase kehalusanya.

Sedangkan pengambilan data untuk tingkat kehalusan obat pada alat mortir manual didapatkan hasil persentasinya yaitu untuk jumlah obat 5 memperoleh 50% obat yang halus dan 5% obat yang kurang halus. Untuk jumlah obat 6 memperoleh 91% obat yang halus dan 6% obat yang kurang halus, jumlah obat 7 memperoleh 88% obat yang halus dan 9% obat yang kurang halus. Untuk jumlah obat 8 memperoleh 90% obat yang halus dan 8% obat yang kurang halus. Untuk

jumlah obat 9 memperoleh 86% obat yang halus, 10% obat yang kurang halus dan jumlah obat 10 memperoleh 74% obat yang halus 10% obat kurang halus. Dengan demikian pada alat mortir manual didapatkan hasil obat halus yang tidak seragam pada tiap percobaanya dan persentase tingkat kehalusan yang tidak stabil.

4.6 Kelebihan dari alat *automatic mortar*

1. Waktu yang digunakan untuk menggerus obat pada alat *automatic mortar* lebih cepat dari pada mortir manual, dan didapatkan rata-rata dari selisih waktunya adalah sebesar 17,63 detik.
2. Dapat meringankan pekerjaan apoteker khususnya dalam melakukan proses penggerusan baik dari segi lama waktu penggerusan dan untuk meminimalisir tenaga yang dikeluarkan oleh apoteker.
3. Waktu penggerusan obat dapat diketahui secara pasti

4.7 Kekurangan dari alat *automatic mortar*

1. Untuk tingkat kehalusan obat masih tergolong kurang halus jika dibandingkan dengan mortir manual
2. Dalam proses penggerusan masih terdapat beberapa serbuk obat yang keluar melalui celah-celah ruang penggerusan