

BAB IV

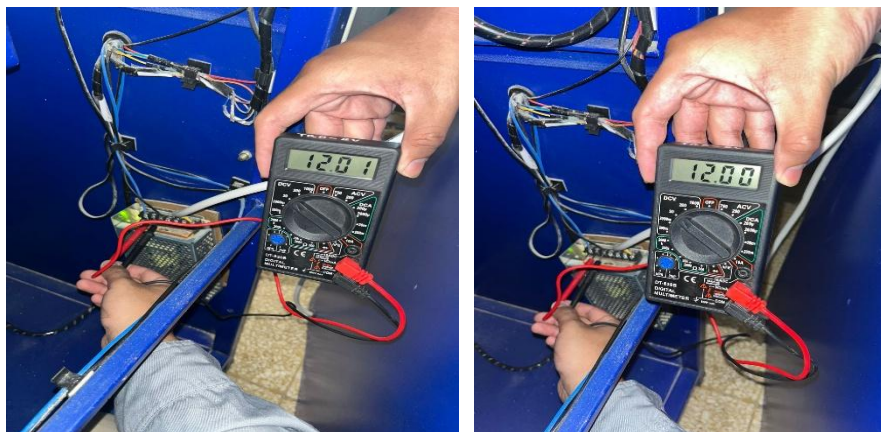
PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Hasil Pengujian Komponen

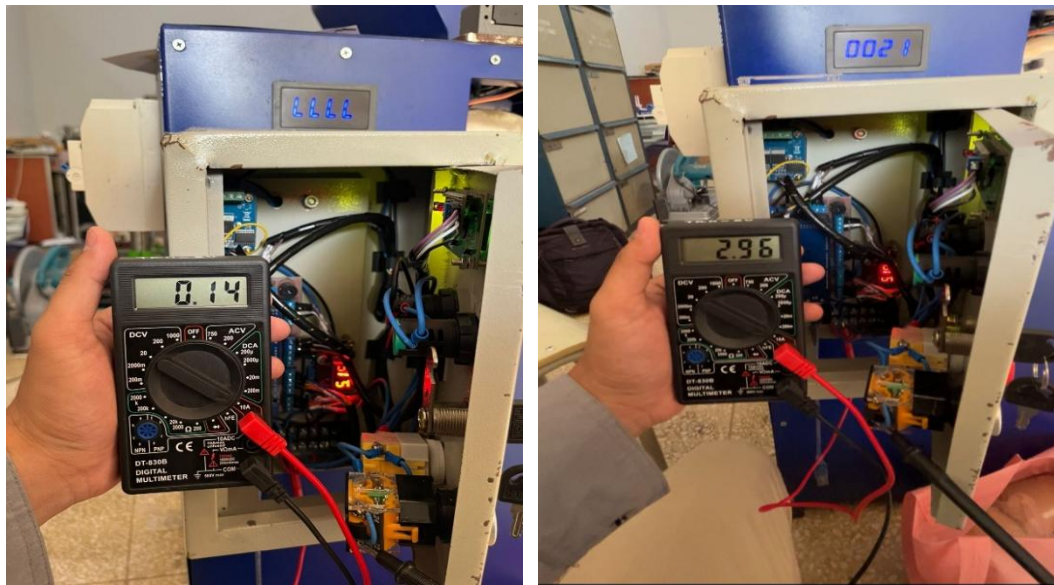
Berdasarkan hasil percobaan dan pengujian yang dilakukan selama proses pembuatan alat tugas akhir ini, bab ini disusun untuk menunjukkan sejauh mana kinerja alat yang telah dibuat, baik dari segi performa setiap komponen yang digunakan maupun alur kerja sistem secara keseluruhan. Pengujian telah dilakukan mulai dari kinerja dari komponen utama seperti sensor ultrasonik, sensor load cell, motor servo, motor DC, power suplai yang yang hasilnya kemudian dibandingkan dengan spesifikasi teknis dari masing-masing komponen. Selanjutnya, dilakukan pengujian sistem secara menyeluruh untuk memastikan alat dapat berfungsi sesuai tujuan perancangan. Hasil pengujian ini juga menjadi dasar dalam proses perbaikan melalui metode trial and error, guna memperoleh performa alat yang optimal dan sesuai harapan.

4.1.1 Pengujian Power Supply 12V 10A

Power supply merupakan komponen yang sangat penting dalam alat ini karena berfungsi sebagai sumber daya utama yang mendistribusikan tegangan ke seluruh komponen. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa tegangan yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi. Hal ini penting karena tegangan yang tidak sesuai dapat memengaruhi kinerja keseluruhan sistem.



Gambar 4. 1 Besar tegangan keluaran dari pengujian komponen Power Supply tanpa beban dan dengan beban



Gambar 4. 2 Besar arus keluaran dari pengujian komponen Power Supply tanpa beban dan dengan beban

Data yang didapatkan dari proses pengukuran input dan output pada komponen power suplai dapat dilihat pada **Tabel 4. 1**.

Tabel 4. 1 Pengujian Power Supply Tanpa Beban

Pengujian	V Input (VAC)	V Output (VDC)	Arus Output (A)	V Spesifikasi (VDC)	Eror Tegangan (%)
1	227	12,1	0,13	12	1%
2	227	12,1	0,14	12	1%
3	227	12,1	0,14	12	1%
Rata-Rata Eror (%)					1%

Tabel 4. 2 Pengujian Power Supply Dengan Beban

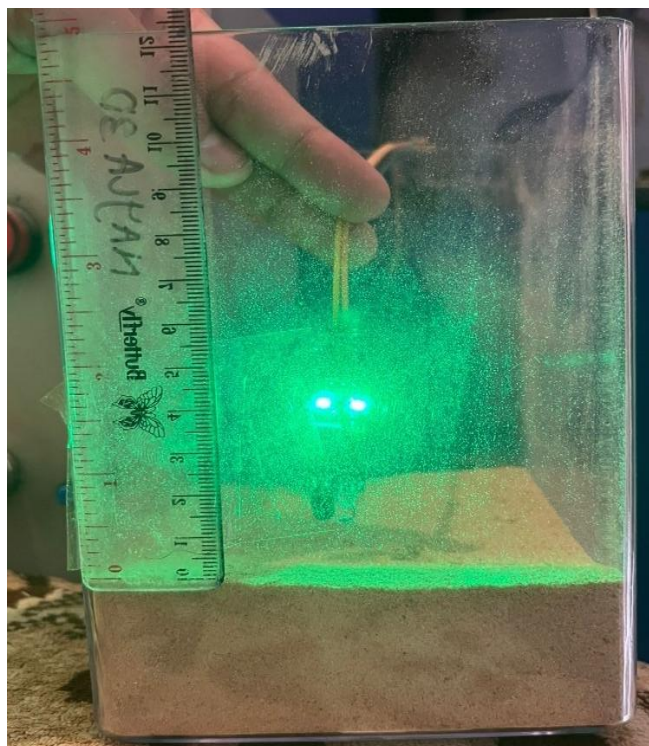
Pengujian	V Input (VAC)	V Output (VDC)	Arus Output (A)	V Spesifikasi (VDC)	Eror Tegangan (%)
1	227	12,0	2,96	12	0%
2	227	12,0	2,75	12	0%
3	227	12,0	2,86	12	0%
Rata-Rata Eror (%)					0%

Berdasarkan **Tabel 4. 1** dan **Tabel 4. 2** menunjukkan hasil pengujian power supply tanpa beban dan dengan beban yang dilakukan sebanyak tiga kali untuk memastikan konsistensi kinerjanya. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa tegangan input AC yang masuk sebesar 227V, sedikit lebih tinggi dari nilai nominal 220VAC. Hal ini masih tergolong normal karena tegangan yang disuplai oleh PLN memiliki nilai toleransi $\pm 10\%$ dari nilai standar.

Dari hasil pengujian power supply tanpa beban yang ditunjukkan pada **Tabel 4. 1**, tegangan keluaran secara konsisten menunjukkan sebesar 12,1 VDC, lebih tinggi dari tegangan spesifikasi yaitu 12 VDC. Kenaikan ini menghasilkan nilai eror sebesar 1% dari tegangan spesifikasi. Hal ini disebabkan karena power supply belum memiliki beban sehingga tegangan yang keluar cenderung lebih besar dari tegangan spesifikasi. Kemudian komponen ini juga memiliki nilai toleransi $\pm 5\%$ yang artinya pada kondisi ini eror masih tergolong wajar. Sementara pada pengujian dengan beban seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4. 2**, hasil tegangan yang keluar terukur sebesar 12 V yang dimana tegangan ini sesuai dengan tegangan spesifikasi. Kemudian, arus yang dikeluarkan juga semakin besar dikarenakan ketika dengan beban, komponen yang terhubung dengan power supply akan menarik arus lebih besar terutama ketika motor DC dalam keadaan bergerak. Kenaikan arus ini tidak melebihi batas dimana arus tertinggi yang keluar yaitu sebesar 2,96 yang dimana berdasarkan spesifikasi dapat mengeluarkan maksimal 10A. Maka dari hasil pengujian ini bahwa komponen power supply dapat bekerja sesuai spesifikasi dan dapat digunakan untuk mendistribusikan tegangan ke seluruh komponen.

4.1.2 Pengujian Sensor Inframerah

Pada alat ini, sensor inframerah digunakan untuk mendeteksi keberadaan pakan ternak di dalam *hopper*. Sensor bekerja berdasarkan pantulan cahaya inframerah yang dipantulkan kembali oleh objek ke penerima sensor. Output sensor berupa sinyal digital (HIGH atau LOW) akan diproses oleh Arduino untuk mengaktifkan aktuator berupa motor servo. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian guna memastikan bahwa sensor dapat mendeteksi objek dengan baik.



Gambar 4. 3 Hasil pengukuran jarak benda 2 cm oleh sensor Inframerah

Pengujian sensor inframerah dilakukan dengan memposisikan objek di beberapa variasi jarak terhadap sensor. Sensor akan mengeluarkan *output LOW* saat objek terdeteksi dan *HIGH* saat tidak terdeteksi. Pengukuran dilakukan menggunakan penggaris sebagai referensi jarak aktual seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4. 3**. Hasil pengujian disajikan pada **Tabel 4. 3**.

Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Ultrasonic

Pengujian	Jarak	Output Sensor	Keterangan
1	2	HIGH	Terdeteksi
2	5	HIGH	Terdeteksi
3	8	HIGH	Terdeteksi
4	11	HIGH	Terdeteksi
5	14	HIGH	Terdeteksi
6	15	HIGH	Terdeteksi
7	20	HIGH	Terdeteksi
8	25	HIGH	Terdeteksi
9	30	LOW	Tidak Terdeteksi
10	35	LOW	Tidak Terdeteksi
11	40	LOW	Tidak Terdeteksi

Pada **Tabel 4. 3** ditunjukkan bahwa sensor inframerah mampu mendeteksi objek secara konsisten hingga jarak 25 cm dengan output HIGH. Namun, pada jarak 30 cm ke atas, output sensor berubah menjadi LOW, yang menandakan bahwa objek tidak lagi terdeteksi secara efektif. Hal ini menunjukkan bahwa jangkauan efektif sensor inframerah pada pengujian ini adalah maksimal 25 cm. Kemampuan pendeteksian hingga jarak 25 cm ini diperoleh setelah dilakukan penyesuaian sensitivitas sensor melalui potensiometer yang terdapat pada modul sensor. Meskipun spesifikasi sensor menyebutkan jangkauan maksimal hingga 30 cm, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor tidak dapat mendeteksi secara efektif pada jarak tersebut. Namun demikian, selisih ini masih dapat ditoleransi karena pada sistem ini, sensor hanya digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek pada jarak yang sangat dekat, yaitu sekitar 1 cm. Oleh karena itu, sensor inframerah yang digunakan masih dinilai layak dan sesuai untuk kebutuhan sistem secara keseluruhan.

4.1.3 Hasil kalibrasi Load Cell

Sebelum dilakukan pengujian sensor load cell perlu dilakukan proses kalibrasi terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena sensor load cell secara default tidak langsung memberikan hasil pengukuran berat yang akurat. Oleh karena itu, dibutuhkan proses pemrograman untuk melakukan kalibrasi agar pembacaan dari

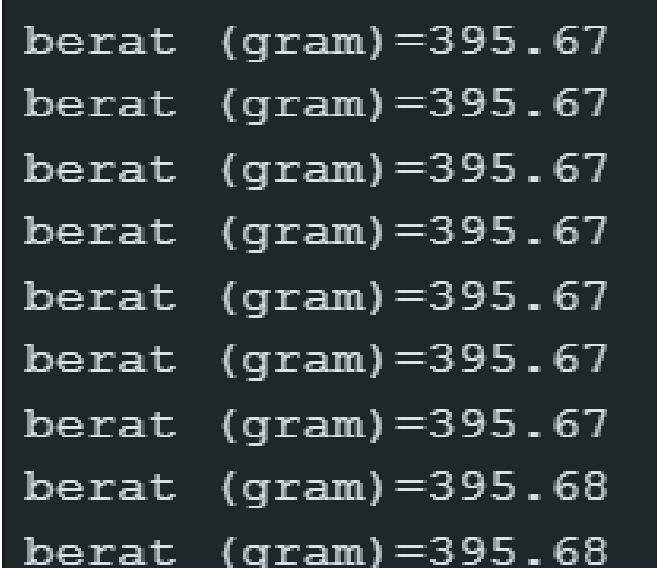
sensor dapat sesuai atau mendekati nilai sebenarnya berdasarkan timbangan digital sebagai acuan. Proses kalibrasi dimulai dengan menyiapkan timbangan digital untuk mengetahui berat pasti dari benda yang digunakan sebagai objek uji. Pada tahap ini, peneliti menggunakan sebuah botol sebagai benda uji, yang berdasarkan pengukuran dengan timbangan digital diketahui memiliki berat sebesar 395,7 gram. Selanjutnya, dibuat program kalibrasi seperti yang ditunjukkan pada **Lampiran 20**, kemudian program tersebut diunggah ke dalam mikrokontroler arduino. Setelah itu, *serial monitor* akan menampilkan data berupa nilai pembacaan dari sensor dalam bentuk sinyal ADC. Objek uji kemudian diletakkan di atas sensor load cell, dan nilai pembacaan ADC dicatat untuk keperluan kalibrasi.

```
berat (gram)=171768.00
berat (gram)=171768.00
berat (gram)=171768.00
berat (gram)=171768.00
berat (gram)=171770.00
berat (gram)=171770.00
berat (gram)=171770.00
berat (gram)=171771.00
berat (gram)=171771.00
berat (gram)=171771.00
```

Gambar 4. 4 Hasil pembacaan sensor sebelum dikalibrasi pada serial monitor

Dari hasil pembacaan awal yang ditunjukkan pada **Gambar 4. 4**, diperoleh nilai ADC sebesar 171771,00. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung *calibration factor* dengan menggunakan persamaan (2.2), dimana nilai ADC (Awal) dibagi dengan nilai berat sebenarnya sehingga diperoleh nilai *calibration factor* sebesar 434,0940110. Nilai tersebut dimasukkan ke dalam program melalui fungsi *setCalFactor()* untuk mengatur sensitivitas sensor terhadap berat. Program dengan parameter kalibrasi yang baru kemudian diunggah kembali ke Arduino dan dilakukan pengukuran ulang. Jika hasil pembacaan sensor masih menunjukkan selisih yang cukup besar dibandingkan dengan berat acuan, maka nilai *calibration*

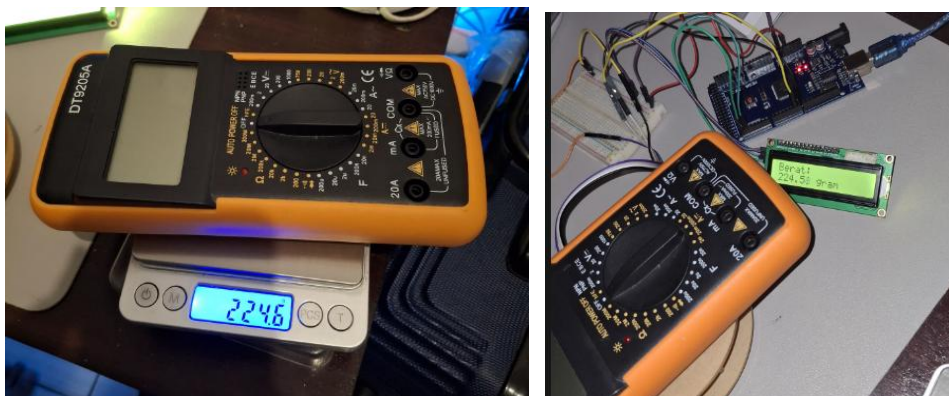
factor dapat disesuaikan secara bertahap, baik dengan menambah maupun mengurangnya, hingga diperoleh hasil pembacaan yang akurat.



```
berat (gram)=395.67
berat (gram)=395.67
berat (gram)=395.67
berat (gram)=395.67
berat (gram)=395.67
berat (gram)=395.67
berat (gram)=395.67
berat (gram)=395.68
berat (gram)=395.68
```

Gambar 4. 5 Hasil pengukuran sensor load cell setelah dikalibrasi

Setelah proses penyesuaian selesai, dapat dilihat pada **Gambar 4. 5** diperoleh hasil pembacaan sensor sebesar 395,67 gram, yang sangat mendekati nilai sebenarnya yaitu 395,7 gram. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sensor load cell telah berhasil dikalibrasi dan siap digunakan dalam tahap pengujian berikutnya. Setelah dilakukan kalibrasi, sensor akan dilakuykan pengujian untuk memastikan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang baik pada variasi beban lainnya. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pengukuran beban dari nilai timbangan digital dengan nilai yan terbaca pada sensor. Pada pengujian ini akan menggunakan variasi objek yang memiliki beban yang berebeda beda.



Gambar 4. 6 Hasil berat beban pada timbangan digital dan timbangan sensor load cell

Pada **Gambar 4. 6** menunjukkan dokumentasi dari hasil perbandingan beban uji sample yang ditimbang melalui timbangan digital dan timbangan sensor. Seluruh hasil pengujian dapat dilihat melalui **Tabel 4. 4** .

Tabel 4. 4 Pengujian Sensor Load Cell

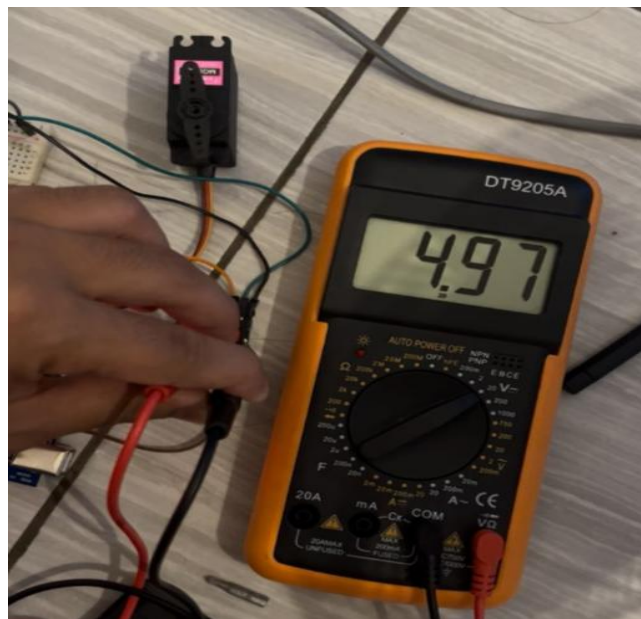
Pengujian	Berat Sebenarnya (gram)	Berat Terbaca (gram)	Error (%)
1	224,6	224,5	0,01
2	396,1	395,9	0,05
3	500	503	0,60
4	800	801	0,13
5	1000	996	0,40

Berdasarkan **Tabel 4. 4**, pengujian dilakukan terhadap sensor load cell untuk mengevaluasi akurasi pembacaan berat. Pengujian melibatkan lima sampel dengan beban yang bervariasi. Sensor telah dilakukan kalibrasi seperti penjelasan sebelumnya. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa error dari hasil timbangan memiliki nilai relatif kecil dimana persentase error tertinggi tercatat sebesar 0,60%, sedangkan error terendah hanya 0,04%. Rata-rata error dari lima pengujian tersebut adalah sekitar 0,24%, yang mengartikan bahwa sensor ini memiliki tingkat akurasi mencapai 99,86%. Error ini masih berada dalam batas toleransi akurasi sistem

pengukuran. Maka dari hasil pengujian ini, nilai error yang rendah secara konsisten menunjukkan bahwa sensor memiliki kinerja yang baik dan stabil dalam mendeteksi massa objek terutama dalam membantu fungsional dalam alat ini.

4.1.4 Pengujian Motor Servo MG996R

Pada sistem ini, motor servo berfungsi untuk pengendali katup *hopper* sebelum mengalir pakan ke drum mangnet. Perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui performa motor servo dalam kondisi tanpa beban maupun dengan beban. Pengujian dilakukan terhadap waktu rotasi motor servo untuk sudut tertentu, yang digunakan untuk menghitung nilai RPM, kemudian dianalisis untuk memperoleh nilai efisiensi daya. Pada **Gambar 4. 7** merupakan salah satu sampel dari pengujian motor servo.



Gambar 4. 7 Pengujian komponen motor servo mg996R

Hasil pengujian motor servo dilakukan dengan sumber tegangan 5V dari power suplai yang terhubung dengan *step down*. Seluruh hasil pengujian dalam kondisi tanpa beban dan dengan beban disajikan pada **Tabel 4. 5** .

Tabel 4. 5 Pengujian Motor Servo tanpa Beban

Pengujian	Sudut	Waktu (s)	RPM	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Listrik (W)
1	180	1	30	5,1	0,15	0,77
2	170	0,83	34	5,1	0,15	0,77
3	120	0,61	33	5,1	0,15	0,77
4	90	0,45	33	5,1	0,15	0,77
5	50	0,3	28	5,1	0,15	0,77

Tabel 4. 6 Pengujian Motor Servo dengan Beban

Pengujian	Sudut	Waktu (s)	RPM	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Listrik (W)
1	180	1	30	5,1	0,4	2,04
2	170	0,8	31	5,1	0,4	2,04
3	120	0,65	30	5,1	0,4	2,04
4	90	0,5	32	5,1	0,4	2,04
5	50	0,37	24	5,1	0,4	2,04

Berdasarkan **Tabel 4. 5** dan **Tabel 4. 6**, dapat diperhatikan bahwa terdapat perbedaan konsumsi arus dan kecepatan yang dihasilkan. Pada pengujian tanpa beban, terlihat kondisi konsumsi arus hanya sedikit yaitu sebesar 0,15 A. Sementara itu, pada pengujian dengan beban terdapat peningkatan konsumsi arus mencapai 0,4 A. Hal ini terjadi dikarenakan adanya beban yang mengakibatkan motor mengeluarkan torsi lebih besar sehingga jumlah konsumsi arusnya juga semakin meningkat. Peningkatan arus ini dapat terlihat pada grafik **Lampiran 6**. Namun, peningkatan arus ini masih tergolong wajar karena tidak mencapai *stall current* yang dimiliki spesifikasi pada motor yaitu 0,9 mA. Selain peningkatan arus, hal ini juga berpengaruh pada menurunnya kecepatan yang dihasilkan. Terlihat pada gambar grafik **Lampiran 5** pada pengujian dengan beban kecepatan motor bergerak lebih lambat. Hal ini dikarenakan motor berusaha membagikan daya nya pada torsi menjadi lebih besar sehingga mengakibatkan kecepatannya menjadi lebih

rendah. Namun, perubahan ini tidak terlalu signifikan karena beban yang digerakan tidak terlalu besar sehingga motor masih dapat bergerak dengan cukup cepat.

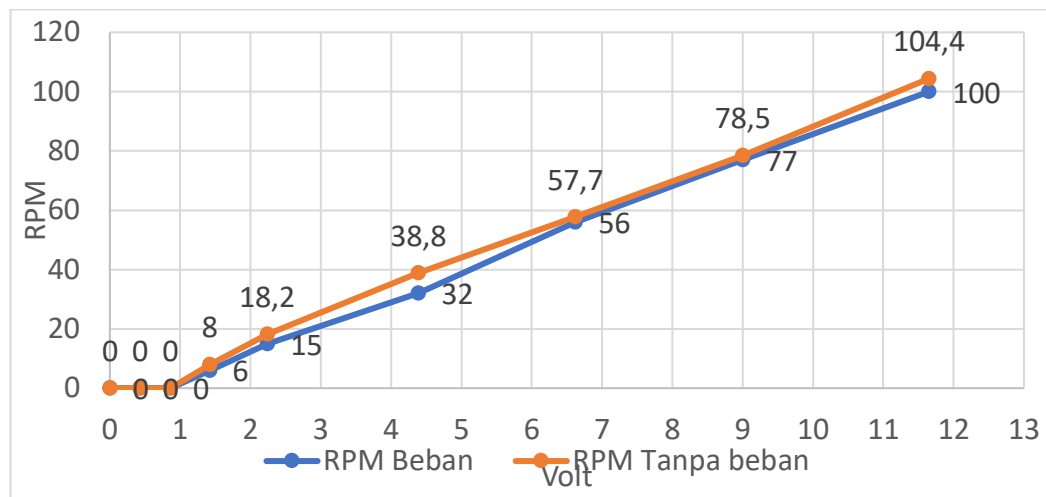
4.1.5 Pengujian Motor DC Power Window

Pengujian pada motor DC dilakukan untuk memastikan bahwa komponen dapat bekerja secara optimal sesuai spesifikasi. Pengujian ini penting karena motor DC berperan penting sebagai komponen utama yang menggerakkan drum magnet berputar. Hasil putaran yang dihasilkan motor akan sangat berpengaruh dengan RPM yang ditransmisikan ke drum magnet. Pengujian akan dilakukan sebanyak dua kali dengan kondisi motor DC tanpa beban dan dengan beban. Hasil pengujian akan dianalisis untuk mengetahui konsumsi arus serta torsi yang akan berpengaruh pada efektivitas dan efisiensi sistem secara keseluruhan.



Gambar 4. 8 Pengujian komponen Motor DC Power Window

Pengambilan data didapatkan dari beberapa pengujian terhadap motor yang diberi variasi tegangan, dari variasi tegangan ini akan berpengaruh dengan hasil arus, kecepatan motor dan daya yang di keluarkan motor. Hasil keseluruhan pengujian dapat dilihat pada grafik **Gambar 4. 9**,



Gambar 4. 9 Grafik pengujian kecepatan motor DC terhadap tegangan

Pada pengujian ini dilakukan dengan memberikan input PWM yang berbeda beda yang berpengaruh pada tegangan yang diterima motor DC. Kemudian dilakukan pengukuran tegangan dan arus menggunakan alat pengukur multimeter, sementara untuk mengukur RPM dengan alat pengukur tachometer. Pada **Gambar 4. 9**, terlampir grafik nilai hasil pengukuran tanpa beban dan dengan beban.

Berdasarkan pada **Gambar 4. 9**, dapat diamati bahwa ketika motor diberi PWM sebesar 10 dengan tegangan keluar sebesar 0,43 V, reaksi motor baik tanpa beban maupun tanpa beban tidak mengalami pergerakan yang artinya tegangan tidak cukup kuat untuk menggerakkan motor atau beban. Kemudian pergerakan motor mulai terlihat ketika PWM dinaikkan menjadi 30, dengan tegangan keluaran sebesar 1,4 V. Pada titik ini, motor mulai berputar dengan kecepatan yang sangat rendah sehingga menandakan bahwa tegangan ini merupakan tegangan minimum atau tegangan *idle* dari motor ini.

Pada data terdapat kesamaan pada perubahan RPM antara hasil data tanpa beban maupun data dengan beban. Dapat dilihat bahwa tiap peningkatan nilai PWM berbanding lurus dengan kenaikan tegangan, RPM, dan arus motor. Pada kondisi tanpa beban, arus yang dikonsumsi cenderung kecil meskipun RPM terus meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa torsi yang dibutuhkan relatif rendah sehingga arus yang dikonsumsi hanya sedikit. Sebaliknya, pada kondisi dengan

beban kecepatannya sedikit lebih rendah dibandingkan tanpa beban. Penurunan ini disebabkan karena kebutuhan torsi untuk menggerakkan beban sehingga membuat kecepatannya menjadi berkurang.

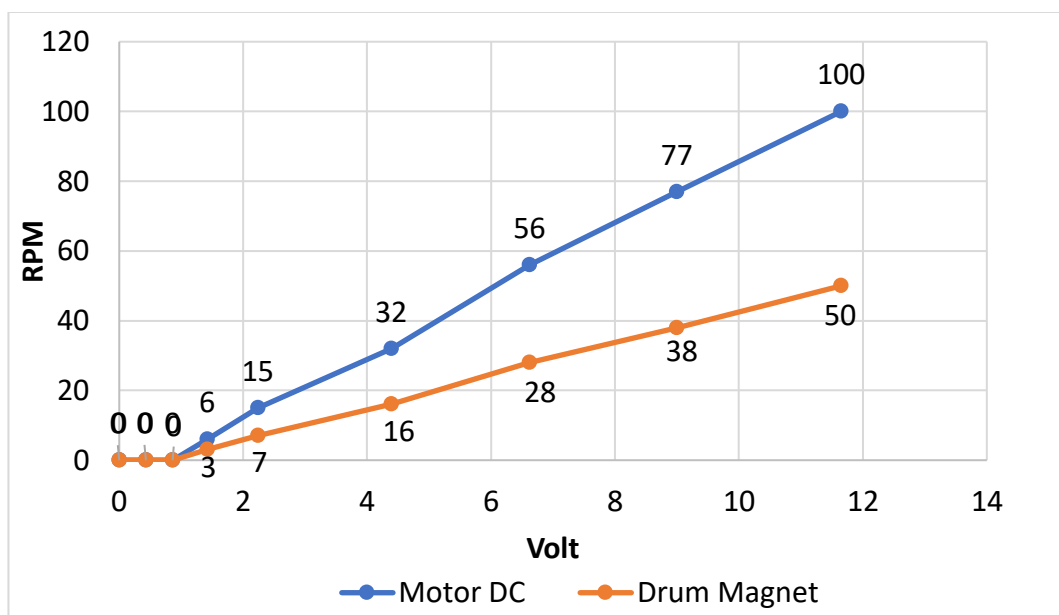
Kemudian dari data tersebut, dapat diketahui nilai daya listrik yang didapatkan dari perhitungan melalui persamaan 2.8. Motor dengan beban, daya yang dihasilkan dari pengujian PWM 30 dengan tegangan 1,42 V dan arus 0,43 A adalah 0,6 Watt. Sementara pada pengujian PWM 255 dengan tegangan 11,65 V dengan arus 1,1 A adalah 12,82 watt. Sebelum mencari efisiensi, perlu diketahui lebih dahulu besar dari kecepatan sudut serta daya mekanik melalui perhitungan dengan persamaan 2.10 dan persamaan 2.7. Pada pengujian dengan beban yang diberi PWM 30 dan 255, menghasilkan kecepatan putaran sebesar 6 RPM dan 100 RPM, sehingga kecepatan sudut yang didapatkan adalah 0,62 rad/s dan 10,47 rad/s. Kecepatan sudut tersebut dikalikan dengan torsi yang sudah diketahui pada perhitungan sebelumnya adalah sebesar 0,62 Nm. Maka dihasilkan daya mekanik dari pwm 30 dan 255 adalah 0,39 Watt dan 6,49 Watt. Setelah daya listrik dan daya mekanik sudah diketahui, langkah selanjutnya mencari nilai efisiensi pada motor DC melalui persamaan 2.9. dengan nilai daya mekanik dibagi dengan nilai daya listrik. Hasil perhitungan tersebut dikalikan dengan 100% sehingga diperoleh nilai efisiensi pada pengujian dengan PWM 30 adalah 24%. Sementara pada pengujian dengan pwm 255 adalah 51%.

Kemudian, dilakukan pengujian terhadap sistem transmisi energi dari motor DC ke drum magnet. Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan apakah kecepatan rotasi pada pulley kedua sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dijelaskan sebelumnya. Dalam sistem ini, motor DC menggunakan pulley yang memiliki konfigurasi 40T dengan diameter 25 mm dan pada pulley kedua yang digunakan pada drum magnet adalah pulley berkonfigurasi 80T dengan diameter 50 mm. Rasio perbandingan gigi pulley ini adalah 1:2, yang secara teoritis akan menurunkan kecepatan putar menjadi setengahnya pada pulley kedua.



Gambar 4. 10 Pengukuran kecepatan pulley 1 dan pulley 2

Pada `Gambar 4. 10 menunjukkan dokumentasi dari hasil pengukuran kecepatan yang terjadi pada pulley satu dan pulley kedua. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali dengan variasi kecepatan yang berbeda. Hasil keseluruhan pengukuran dapat dilihat pada grafik.



Gambar 4. 11 Pengujian kecepatan tranmisi pulley

Pada **Gambar 4. 11** , menunjukkan hasil dari pengujian trasmisi energi mekanis dari sistem pulley belt yang dimana telah dijelaskan pada bab perhitungan pulley sebelumnya. Berdasarkan hasil perhitungan, apabila motor DC berputar dengan kecepatan 100 RPM, maka kecepatan yang diteruskan ke pulley kedua (drum magnet) seharusnya sebesar 50 RPM. Kemudian dari hasil pengukuran pada **Gambar 4. 11** , diperoleh data bahwa ketika kecepatan pulley pertama mencapai 100 RPM, pulley kedua benar-benar berputar pada kecepatan 50 RPM yang kemudian diikuti pada pengujian kecepatan lainnya. Hal ini membuktikan bahwa sistem *timing* pulley dan belt bekerja sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa sistem pulley dan belt bekerja sesuai yang diharapkan.

4.2 Hasil Pengujian Sistem

Pada bagian ini dilakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem untuk memastikan bahwa seluruh fitur dan komponen dapat berfungsi dengan baik serta berjalan sesuai dengan alur kerja yang telah dirancang pada diagram alir sistem. Pengujian ini bertujuan untuk menilai performa sistem dalam memisahkan logam dari pakan ternak. Pengujian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pengujian menggunakan sampel pakan ternak murni (tanpa campuran logam), yang diputar dengan variasi kecepatan drum. Kemudian pada tahap kedua dilakukan pengujian menggunakan sampel pakan ternak yang dicampur dengan logam. Data hasil pengujian akan dibandingkan antara berat pakan ternak sebelum dan sesudah proses pemisahan yang kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem. Hasil pengujian ini diharapkan dapat diperoleh informasi mengenai kemampuan sistem dalam mengurangi kandungan logam pada pakan ternak unggas

4.2.1 Pengujian Variasi Kecepatan Drum Magnet

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui kestabilan aliran pakan hingga jatuh ke wadah penampung. Proses pengujian digunakan sampel berupa pakan ternak dan pasir besi dengan tingkat mesh 80. Pengujian dilakukan pada tiga variasi kecepatan drum 20, 30, dan 40 RPM dengan tiap kecepatan akan diuji

dengan sampel pakan ternak seberat 400 gram yang dicampur dengan variasi beban logam 12,5 % dan 25% dari total pakan ternak yang berarti 50 dan 100 gram logam.

Pakan yang telah dicampurkan dengan logam secara merata dimasukan ke dalam alat pemisah logam. Hasil pakan yang berhasil melewati proses pemisahan akan jatuh pada wadah penampung. Berat yang terukur pada load cell wadah penampung akan dicatat dan dibandingkan dengan sampel pakan sebelum dilakukan proses. Sementara, logam yang berhasil tertarik oleh drum magnet akan dikumpulkan dan ditimbang sehingga pada kondisi ini dapat diketahui seberapa besar material logam yang berhasil terpisahkan. Kemudian berat logam yang terpisahkan akan dibandingkan dengan data berat logam pada saat sebelum pemisahan sehingga kita bisa mengetahui perbedaan dari data berat ini. Maka dari teknis pengujian ini, hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. 7 Pengujian variasi kecepatan drum magnet terhadap alat pemisah logam

Kecepatan Drum (RPM)	Beban Pakan (Gram)	Beban Logam (Gram)	Total Beban Awal (Gram)	Total Beban Akhir (Gram)	Material Tertempel Magnet (Gram)	Kehilangan Pakan (Gram)
20	400	50	450	393	55	2
20	400	100	500	400	93	7
30	400	50	450	390	55	5
30	400	100	500	405	87	8
40	400	50	450	412	33	5
40	400	100	500	410	72	18

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel **Tabel 4. 7** , variasi kecepatan drum magnet berpengaruh terhadap kemampuan alat dalam memisahkan logam dari pakan ternak. Pada kecepatan 20 RPM dengan campuran logam 50 gram, material logam yang tertarik oleh drum magnet mencapai 55 gram. Nilai ini lebih besar dari berat logam awal karena sebagian pakan ikut menempel pada logam yang tertarik magnet. Kehilangan material pada kondisi ini relatif kecil, yaitu 2 gram. Ketika jumlah campuran logam ditingkatkan menjadi 100 gram, material yang tertarik magnet sebesar 93 gram dengan kehilangan material 7 gram.

Kehilangan ini terjadi karena sebagian pakan tidak tertampung pada penyangga dan terbangun keluar saat proses berjalan seperti yang ditunjukkan pada **Lampiran 10**.

Pada kecepatan 30 RPM, hasil penarikan logam mengalami perubahan. Untuk campuran logam 50 gram, material yang tertarik tetap sebesar 55 gram, namun kehilangan material meningkat menjadi 5 gram. Sementara itu, pada campuran logam 100 gram, jumlah logam yang tertarik menurun menjadi 87 gram dengan kehilangan material sebesar 8 gram. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan drum mulai mempengaruhi efektivitas penarikan logam sekaligus meningkatkan jumlah material pakan yang tidak tertampung.

Perubahan signifikan terjadi pada pengujian kecepatan 40 RPM. Untuk campuran logam 50 gram, jumlah logam yang tertarik berkurang menjadi 33 gram dengan kehilangan material sebesar 5 gram. Pada campuran logam 100 gram, material logam yang tertarik sebesar 72 gram dan kehilangan material meningkat hingga 18 gram. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada kecepatan tinggi, proses pemisahan menjadi kurang optimal karena sebagian material, baik pakan maupun logam, tidak jatuh tepat pada area penyangga sehingga jumlah yang tertarik magnet menurun.

Dari seluruh hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kecepatan drum yang lebih rendah cenderung menghasilkan jumlah logam tertarik yang lebih tinggi dan kehilangan material yang lebih sedikit. Maka dari pengujian ini dapat diketahui bahwa kecepatan yang paling optimal adalah 20 RPM.

4.2.2 Pengujian Variasi Massa Logam Tercampur

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh jumlah atau massa logam yang tercampur dalam pakan ternak terhadap efektivitas alat pemisah logam. Tujuannya adalah mengevaluasi seberapa besar kemampuan alat dalam mengatasi kontaminasi logam dalam jumlah yang berbeda-beda. Pengujian akan dilakukan dengan observasi kualitatif yang dilihat dari hasil pakan setelah terjadi proses pemisahan pada alat. Dalam pengujian ini, massa pakan ternak dijaga tetap konstan, yaitu 300 gram, sementara massa logam divariasikan dengan

10% dan 20% terhadap total massa awal. Kecepatan putaran drum ditetapkan konstan pada 20 RPM, yaitu kecepatan optimal yang telah ditentukan berdasarkan pengujian sebelumnya.

4.2.2.1 Pengujian Alat Dengan Variasi Masa Logam Tercampur 10%

Pada Pada pengujian ini, dilakukan simulasi pemisahan logam dari pakan ternak dengan komposisi campuran logam sebesar 10% dari total massa pakan. Material yang digunakan berupa pakan ternak unggas dalam bentuk serbuk halus dengan berat konstan sebesar 300 gram. Sementara itu, logam halus dengan tingkat mesh 80 ditambahkan sebanyak 30 gram sebagai kontaminan sehingga total campuran keseluruhan dalam pengujian ini sebesar 330 gram.



Gambar 4. 12 Sample pakan murni dan logam 10%

Seperti yang terlihat pada **Gambar 4. 12** merupakan sample pakan dan logam yang telah disiapkan untuk pengujian. Logam yang digunakan merupakan logam dalam bentuk halus dengan tingkat mesh 80. Pakan dan logam tersebut kemudian dicampurkan terlebih dahulu hingga merata untuk menyerupai kondisi kontaminasi pada pakan sebenarnya. Campuran pakan dan logam tersebut kemudian dimasukkan ke dalam alat pemisah logam berbasis drum magnetik. Proses pemisahan dilakukan pada kecepatan drum sebesar 20 RPM yang sebelumnya telah ditentukan sebagai

kecepatan optimal. Selama proses berlangsung, drum magnetik menarik partikel logam dari campuran sedangkan pakan murni jatuh ke penyangga keluaran pakan.



Gambar 4. 13 Sample pakan sebelum diproses (A) dan sample pakan sesudah diproses pemisahan logam (B)

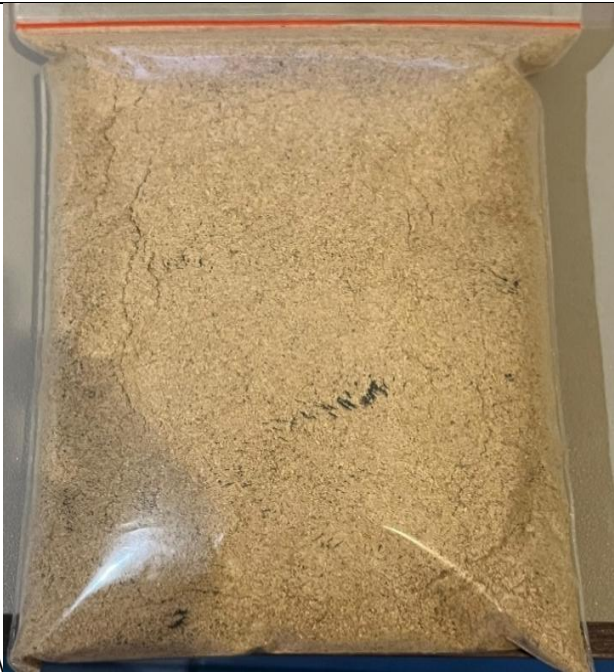
Hasil pengujian ditunjukkan pada **Gambar 4. 13** yang memperlihatkan dua gambar sampel pakan ternak sebelum dan sesudah melalui proses pemisahan. Pada gambar A, terlihat terdapat keberadaan partikel hitam yang menandakan adanya kontaminasi logam dalam pakan. Partikel-partikel ini tersebar cukup merata, menunjukkan bahwa kontaminasi telah bercampur merata dengan material pakan. Setelah dilakukan satu kali proses pemisahan dengan alat berbasis drum magnetik, tampak perubahan signifikan pada gambar B, dimana jumlah partikel logam terlihat lebih sedikit dibanding sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa gaya tarik magnet pada drum dapat menarik partikel logam dengan baik. Keberhasilan ini juga dibuktikan dengan adanya logam yang tertarik oleh magnet seperti yang ditunjukkan pada **Lampiran 7** bahwa mekanisme kerja alat pemisah logam dapat bekerja sesuai dengan prinsip yang dirancang. Namun, dalam proses pemisahannya masih terdapat sebagian kontaminan logam yang tercampur pada pakan ternak. Hal ini dikarenakan luas area medan magnet yang kecil dan terbatas dari permukaan drum sehingga masih ada beberapa logam yang tidak tertarik merata secara optimal. Perlu

dilakukan pengujian laboratorium untuk memastikan jumlah pasti kadar logam yang berkurang setelah dari proses alat ini. Secara keseluruhan, pada pengujian dengan logam 10% ini alat dapat bekerja dengan efektif dalam satu siklus putaran dengan waktu pemrosesan yang menghabiskan waktu 3,42 menit.

4.2.2.2 Pengujian Alat Dengan Variasi Masa Logam Tercampur 20%

Pada pengujian ini, masih hal yang sama seperti yang dilakukan pada pengujian sebelumnya. Namun komposisi logam yang dicampurkan ditingkatkan menjadi 20% dari total massa pakan. Material yang digunakan berupa pakan ternak unggas dalam bentuk serbuk halus dengan berat konstan sebesar 300 gram. Sementara itu, logam halus dengan tingkat mesh 80 ditambahkan sebanyak 60 gramm sebagai kontaminan sehingga total campuran keseluruhan dalam pengujian ini sebesar 360 gram.

Tabel 4. 8 Sampel pakan ternak sebelum dilakukan proses pemisahan

Percobaan	Gambar Sampel	Drum Magnet	Waktu
Sebelum dilakukan proses		-	-
A			

Tabel 4. 9 Hasil pengujian pakan ternak tercampur logam 20% seetelah dilakukan proses pemisahan logam

Percobaan	Gambar Sampel	Drum Magnet	Waktu
Satu Siklus Putaran			3,53 menit
Dua siklus Putaran			6,9 menit

Pada **Tabel 4. 8** gambar A merupakan sampel pakan ternak sebelum dilakukan proses pemisahan. Terlihat banyak partikel logam yang mengkontaminasi pakan dan tersebar secara merata. Sementara pada **Tabel 4. 9** menunjukkan sampel pakan setelah dilakukan proses pemisahan. Pada percobaan pertama, dilakukan satu kali siklus putaran drum magnetik dengan waktu proses selama 3,53 menit dengan berat keluaran sebesar 303 gram. Hasil dari percobaan ini dapat diamati pada Gambar B, di mana jumlah partikel logam mengalami penurunan dari gambar A. Hal ini diperkuat dengan bukti visual pada **Lampiran 8** yang menunjukkan kondisi drum magnet dipenuhi oleh partikel logam. Namun, banyaknya jumlah logam yang menempel menyebabkan permukaan magnet menjadi penuh, sehingga sebagian logam lainnya tidak tertarik secara optimal. Akibatnya, masih terdapat cukup banyak kontaminan logam yang belum terpisahkan dalam satu siklus proses, hal ini menandakan bahwa efektivitas alat pada kondisi ini belum mencapai titik maksimal. Selanjutnya, pada gambar C menunjukkan hasil setelah dilakukan dua siklus putaran dengan total waktu pemrosesan 6,9 Menit dengan berat keluaran sebesar 289 gram. Secara visual, pakan tampak jauh lebih bersih dan menyerupai pakan murni. Terlihat juga pada **Lampiran 9** bahwa logam yang tertarik oleh magnet lebih sedikit dibanding percobaan putaran sebelumnya. Hal ini karena kondisi kontaminan pakan yang sudah berkurang dari hasil pemisahan pada pengujian pertama. Namun, berat keluaran pakan semakin berkurang yaitu sebesar 289 gram dari total 300 gram pakan murni. Hal ini dikarenakan terdapat sebagian pakan yang ikut menempel pada drum sehingga menyebabkan adanya kehilangan material sebesar 11 gram.

Maka dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa kemampuan efektivitas alat dalam memisahkan logam juga dipengaruhi dari kondisi kadar logam yang terkontaminasi. Semakin tinggi kadar logam yang terkontaminasi pada pakan, maka perlu dilakukan beberapa siklus putaran untuk dapat menghasilkan hasil pemisahan logam yang optimal. Hal ini terjadi karena keterbatasan kapasitas drum magnet yang tidak dapat menarik logam secara keseluruhan. Perlu dilakukan

perluasan area medan magnet pada drum agar logam yang tertarik dapat lebih banyak. Secara keseluruhan alat ini dapat berfungsi dengan baik yang dimana dapat memisahkan logam dari pakan ternak. Secara keseluruhan, alat pemisah logam ini telah berfungsi dengan baik dan mampu memisahkan logam dari pakan ternak secara bertahap.