

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah seluruh proses pembuatan alat selesai dilakukan, tahapan selanjutnya yang perlu dilakukan adalah pengujian dan analisa. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data spesifikasi sehingga apabila suatu saat terjadi kesalahan atau kerusakan dapat dengan mudah dilakukan pelacakan kesalahan. Untuk mendapatkan data yang benar dan lengkap diperlukan beberapa kali pengulangan agar data diperoleh sesuai dan akurat.

4.1 Peralatan Yang Digunakan

Pada pengujian alat pengering daun kelor otomatis ini dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan antara lain :

Tabel 4. 1 Peralatan yang digunakan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Keterangan
1.	Laptop	-	Pengoperasian serial monitor Arduino IDE

2.	<i>Handphone</i>	-	Mencatat waktu/timer pada alat serta pengambilan Gambar dan Video
3.	Multimeter Digital	-	Pengukuran tegangan serta arus listrik
4.	Alat Tulis	Pensil dan Kertas	Mencatat hasil pengukuran
5.	Thermometer Digital	-	Memonitoring hasil pengukuran suhu pada <i>Heater</i> .

4.2 Prosedur Pengujian dan Analisa

Langkah- langkah yang dilakukan pada saat proses pengujian system alat Pengering Daun kelor otomatis agar bisa mendapatkan data yang benar dan sesuai diperlukan prosedur-prosedur yang harus disiapkan, yaitu :

1. Mempersiapkan dan memastikan semua peralatan yang akan digunakan untuk pengujian dalam kondisi baik.
2. Menghubungkan mikrokontroler dengan laptop untuk dilakukan monitoring pada serial monitor Arduino IDE.
3. Melakukan pengukuran tegangan AC dan DC pada tiap rangkaian dengan menggunakan multimeter digital.
4. Melakukan pencatatan dari hasil pengukuran menggunakan multimeter digital.

5. Melakukan pengujian pada Modul HX711 dan sensor *Loadcell* dengan mendeteksi nilai beban yang dihasilkan pada pengeringan.
6. Melakukan pengujian pada sensor DHT 22 dengan mendeteksi nilai suhu yang di hasilkan oleh *Heater*.
7. Melakukan Pengujian terhadap Motor Stepper Nema 23 (Motor Stepper Nema 23 dalam untuk menggerakkan strepper vertikal dan dengan efektif.
8. Melakukan pengujian dengan memonitoring dengan antramuka nextion, agar mengetahui sistem bekerja.
9. Mencatat dan mendokumentasikan hasil dari pengujian yang telah dilakukan.
10. Menganalisa dari hasil pengujian dengan membuat tabel.

4.3 Pengujian Komponen

Pengujian pada masing – masing komponen bertujuan untuk memeriksa kesesuaian komponen dengan spesifikasi, menguji adanya kesalahan pada sistem dan mengetahui besarnya tegangan masukan maupun tegangan keluaran pada rangkaian tersebut. Berikut hasil dari pengukuran yang dilakukan.

4.3.1 Catu Daya

Pada pembuatan alat tugas akhir ini terdapat power supply 12 VDC yang digunakan sebagai sumber daya yang memberikan suplai daya ke semua komponen elektronika yang terdapat pada alat. Pengukuran Rangkaian Catu Daya dilakukan untuk pengukuran berupa tegangan masukan dan tegangan keluaran. Hal ini bertujuan agar tegangan masukan untuk rangkaian selanjutnya tidak mengalami over voltage yang menyebabkan rusaknya komponen dan gagalnya operasi sistem. Pada perhitungan dalam Rangkaian Catu Daya, digunakan multimeter untuk mengukur yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pengukuran tegangan pada voltmeter VAC dan voltmeter VDC sehingga menghasilkan selisih. Berikut adalah besar nilai pengukuran dan pengujian dalam Rangkaian.

Hasil pengukuran daya catu daya dapat dilihat pada gambar 4.1 dan tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Catu Daya

Pengujian	Tegangan Sumber (VAC)	Tegangan Tercantum (volt)	Tegangan Terukur (volt)	Selisih (volt)	Error (%)
1	221	12	12,19	0,19	1,5
2	221	12	12,19	0,19	1,5
3	221	12	12,19	0,19	1,5



(a)

(b)

Gambar 4. 1 (a) Tegangan Masukan (b) Tegangan Keluaran

Dari percobaan pengukuran modul catu daya, didapatkan hasil bahwa catu daya sudah beroperasi dengan baik karena sudah sesuai dengan spesifikasi tegangan keluaran dari catu daya yang digunakan yaitu 12VDC.

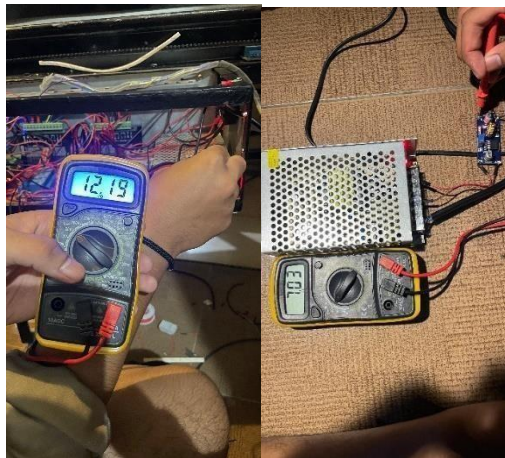
4.3.2 Stepdown LM2596

Pengujian Step Down ini dilakukan untuk mengetahui tegangan yang nantinya akan digunakan sebagai sumber catu daya utama pada perangkat arduino dan komponen lainnya. Tegangan masukan dari power supply sebesar 12 VDC dan diturunkan menjadi sekitar 7 VDC sebagai sumber tegangan untuk arduino dan komponen sensor lain.

Hasil pengukuran daya *Stepdown* dapat dilihat pada gambar 4.2 dan tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Stepdown LM2596

Pengujian	Tegangan Catu daya (volt)	Tegangan Pada Alat (volt)	Tegangan Terukur (volt)	Selisih (volt)	Error (%)
1	12,19	7,0	7,04	0,4	0,57
2	12,19	7,0	7,02	0,2	0,29
3	12,19	7,0	7,03	0,3	0,43



(a)

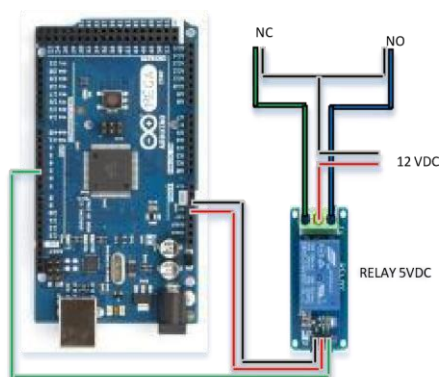
(b)

Gambar 4. 2 (a) Tegangan Masukan (b) Tegangan Keluaran

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan pada masukan dan keluaran pada Step Down LM2596 mendapatkan hasil yang cukup optimal dan sesuai dengan kebutuhan perangkat sensor dan komponen elektronika lainnya. Sehingga Step Down LM2596 dapat digunakan pada perancangan alat ini, karena sudah memenuhi tegangan output untuk seluruh komponen sebesar 7 VDC.

4.3.3 Relay 5V_{DC} (*Low Level Trigger*)

Relay pada perancangan alat ini berfungsi sebagai kontak atau sakelar untuk lampu pijar, fan dan mengontrol lampu indicator. Adapun hasil pengujian relay 5VDC (Low Level Trigger) dapat dilihat pada gambar 4.3 dan tabel 4.4 berikut ini.



Gambar 4. 3 Pengujian relay 5VDC (Low Level Trigger)

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Relay 5VDC (Low Level Trigger)

Pengujian	Input	Relay	Tegangan
1	<i>Low</i>	NO	12,19
		NC	0
2	<i>High</i>	NO	0
		NC	11,94



(a)

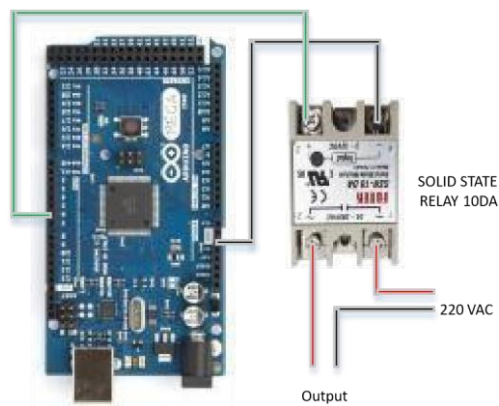
(b)

Gambar 4. 4 (a) Tegangan NO (b) Tegangan NC

4.3.4 Solid State Relay 10DA

Solid State Relay adalah relay yang menggunakan teknologi semikonduktor (Optocoupler) untuk melakukan switch ON dan OFF. Pada perancangan ini digunakan untuk switch ON dan OFF tegangan 220 VAC yang masuk ke Heater.

Hasil pengukuran daya *Solid State Relay* dapat dilihat pada gambar 4.5 dan tabel 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4. 5 Pengujian Solid State Relay
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Solid State Relay

Pengujian	Input	Tegangan Input	Tegangan Output
1	<i>Low</i>	0 V	0 V
2	<i>High</i>	5,39V	220 V



(a)

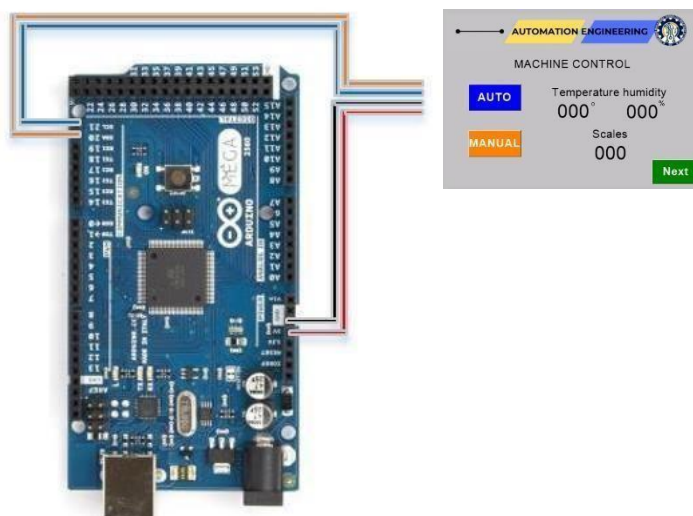
(b)

Gambar 4. 6 (a) Kondisi Low (b) Kondisi High

4.3.5 Nextion

Pengujian Nextion bertujuan untuk mengetahui apakah HMI dapat terkoneksi dengan Mikrokontroler dan menampilkan data pada layar Nextion sesuai dengan program yang berikan.

Hasil pengujian Nextion dapat dilihat pada gambar 4.7 dan 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4. 7 Pengujian Nextion



Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Nextion

4.3.6 Heater

Pengujian *Heater* ini dilakukan dengan cara menghubungkan terminal *Heater* ke tegangan 220 VAC PLN dan mengukur suhu yang dihasilkan dengan thermometer digital.

Hasil pengukuran *Heater* dapat dilihat pada gambar 4.9,4.10 dan tabel 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4. 9 Pengujian Heater

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Heater

Pengujian	Thermometer digital
(det)	(°C)

1	29,5 (suhu ruangan)
30	35
60	40
90	45
120	50
150	55
180	60,3



(a)



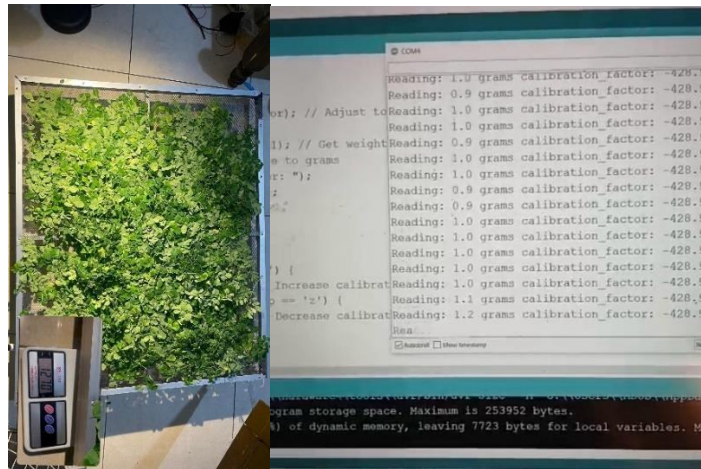
(b)

Gambar 4. 10 (a) Kondisi Low (b) Kondisi High

4.3.7 Pengujian Sensor Loadcell + HX711

Pengujian sensor loadcell bertujuan untuk mengetahui apakah sensor dapat berfungsi dengan baik dan menghasilkan pembacaan yang akurat saat diberikan beban. Pada pengujian dilakukan dengan 10 beban dengan massa yang berbeda beda dan setiap beban di timbang sebanyak 10 kali.

Hasil pengukuran loadcell dapat dilihat pada gambar 4.11 dan tabel 4.7 sebagai berikut.



Gambar 4. 11 Pengujian Sensor Loadcell

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sensor Load cell dan timbangan Konvensional

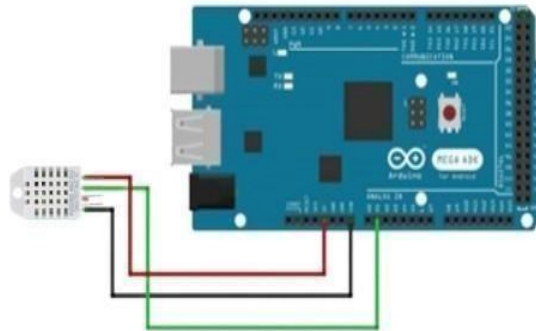
No	Timbangan Digital (gr)	Load Cell (gr)	Selisih	Error (%)
1	5	5,3	0.3	6
2	15	15,3	0.3	2
3	25	25,2	0.2	0,8
4	50	50,3	0.3	0,6
5	75	75,4	0.4	0,53
6	100	100,3	0.3	0,3
7	125	125,3	0.3	0,24
8	150	150,4	0.4	0.27
9	175	175,2	0.	0,11
10	200	200,1	0,1	0,05

Dari pengujian yang sudah dilakukan yang terlihat pada gambar di atas didapat data sebagaimana pada **Tabel 4.7** Pengukuran berat 200 gram daun kelor menggunakan sensor load cell pada alat pengering daun kelor otomatis menunjukkan performa yang sesuai. Seiring dengan bertambahnya berat, nilai error semakin menurun, dengan error tertinggi sebesar 6% pada berat 5 gram, dan terendah sebesar 0,05% pada berat 200 gram.

4.3.8 Pengujian Sensor DHT 22

Pengujian komponen sensor DHT 22 dilakukan dengan menggunakan Arduino untuk menampilkan keluaran sensor suhu pada serial monitor. Kemudian untuk memastikan bahwa sensor DHT 22 dapat bekerja dengan baik maka dilakukan perbandingan data dengan menggunakan Thermometer Ruangan.

Hasil pengukuran sensor DHT 22 dapat dilihat pada gambar 4.13 dan tabel 4.8 sebagai berikut.



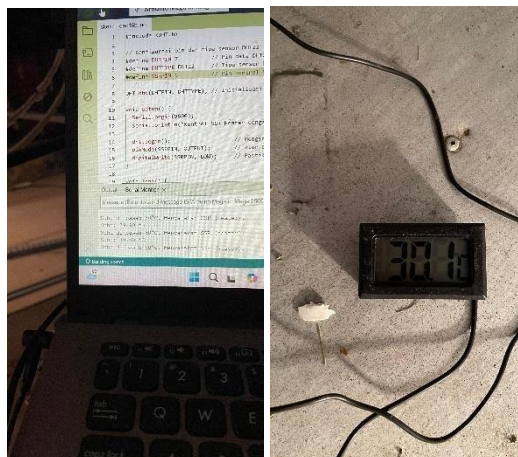
Gambar 4. 12 Pengujian Sensor DHT 22

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Sensor suhu dht 22

Pengujian	Pengukuran Sensor Suhu	Termometer	Selisih	Error
1	39.5	39.6	0.1	0.25
2	40.7	40.5	0.2	0.49
3	43.8	43.4	0.4	0.92
4	44.5	44.3	0.2	0.45
5	46.1	46.1	0	0

6	48.5	48.1	0.4	0.83
7	51.7	51.4	0.3	0.58
8	53.1	53	0.1	0.19
9	55.6	55.4	0.2	0.36
10	57.5	57.2	0.3	0.52

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan termometer sebagai alat referensi. Hasil pengujian menunjukkan adanya selisih antara kedua alat ukur, dengan nilai error bervariasi dari 0 hingga 0,92. Nilai error tertinggi tercatat pada pengujian ke-3 dengan selisih 0,4°C dan error 0,92, sedangkan nilai error terendah terjadi pada pengujian ke-5 dengan selisih 0 dan error 0. Hal ini menunjukkan bahwa sensor suhu memiliki tingkat akurasi yang bervariasi tergantung pada rentang suhu yang diukur.

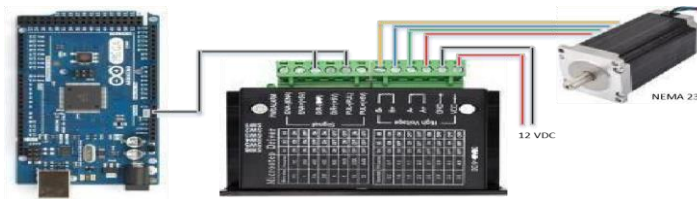


Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Sensor dht 22

4.3.9 Pengujian Motor Stepper Nema 23

Pengujian Motor Stepper Nema 23 dimaksudkan untuk menguji motor apakah berfungsi sesuai spesifikasi. Dalam perancangan alat ini, Motor Stepper Nema 23 digunakan untuk menggerakkan Tray pengering.

Hasil pengukuran loadcell dapat dilihat pada gambar 4.14, 4.15 dan tabel 4.9, 4.10 sebagai berikut.



Gambar 4. 14 Pengujian Motor Stepper Nema 23

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Dengan Mode Step

No	Mode Step	Jumlah Step	Sudut putaran Nema 23
1	1	1,8	900 (2,5 putaran)
2	2	0,9	450 (1,25 putaran)
3	4	0,45	225 (0,625 putaran)
4	8	0,225	112,5 (0,3125 putaran)
5	16	0,1125	56,25 (0,156 putaran)
6	32	0,05625	28,125 (0,078 putaran)

Pengujian dilakukan untuk menganalisis sudut putaran motor stepper Nema 23 pada berbagai mode step. Mode step yang digunakan bervariasi dari 1 hingga 32, dengan jumlah step yang semakin kecil seiring peningkatan mode. Pada mode full-step (mode 1), sudut putaran per step adalah $1,8^{\circ}$ dengan total sudut putaran sebesar 900° atau setara dengan 2,5 putaran penuh. Sementara itu, pada mode 32 microstep, sudut putaran per step menjadi $0,05625^{\circ}$, dengan total sudut putaran sebesar $28,125^{\circ}$ atau sekitar 0,078 putaran penuh. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi mode microstepping yang digunakan, semakin kecil sudut putaran per step, sehingga memungkinkan pergerakan motor yang lebih presisi.

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Putaran Motor Stepper Nema 23

Pengujian	Input	Hasil
CW	DIR, <i>LOW</i>	Berputar searah jarum jam
CCW	DIR, <i>HIGH</i>	Berputar berlawanan arah jarum jam



Gambar 4. 15 Motor Stepper Nema 23

4.4 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui dan mengatur unjuk kerja alat sesuai dengan deskripsi alat pada halaman awal Tugas Akhir ini.

4.4.2 Pengujian Lama Pengeringan

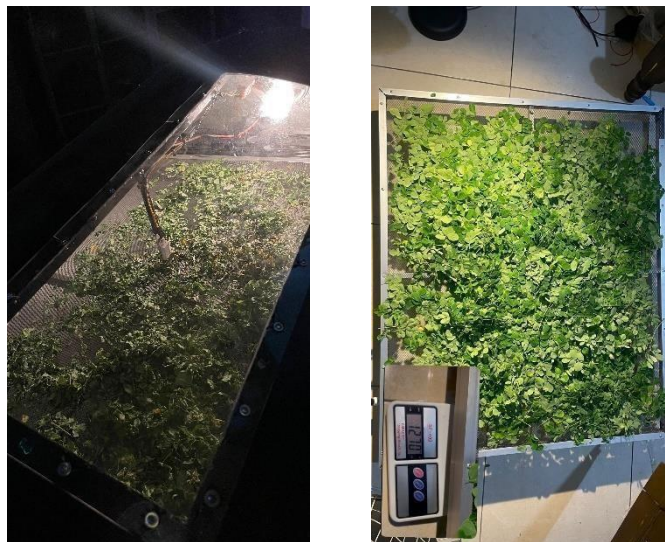
Pengujian dilakukan dengan 2 metode pengeringan. Pada metode pertama, biji kopi dikeringkan menggunakan alat pengering dengan menggunakan pemanas buatan (*Heater*), sama seperti metode oven. Metode yang kedua adalah dengan menebarkan daun kelor di tempat terbuka dimana daun kelor hanya terkena panas matahari (pengeringan alami).

Pada proses pengeringan daun kelor pertama-tama menentukan kadar air awal pada daun kelor dengan mengeringkan daun kelor dengan 1 *tray* sebagai percobaan didalam pemanas sampai massa daun kelor tidak berubah lagi, sehingga dapat dikatakan kadar air pada daun kelor sudah 6 persen. Setelah mengetahui kadar air awal 78 persen.

Adapun Hasil Perhitungan dari persamaan 2.1 kadar air awal dari beberapa pengujian dapat dilihat pada gambar 4.16 dan tabel 4.11 sebagai berikut :

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian kadar air awal

Pengujian	Massa Basah (gram)	Massa kering (gram)	Kadar Air (%)
1	200	42,84	79,58
2	100	21,42	78,58
3	50	10,71	78,58
Rata Rata Kadar Air			78,91



Gambar 4. 16 Pengujian Kadar Air Pada Daun Kelor

Setelah mendapatkan kadar air awal daun kelor maka selanjutnya dengan menguji pengeringan daun kelor dari kadar air awal pada daun kelor sampai tersisa 6 persen. Pada pengujian ini dilakukan pengeringan daun kelor dengan massa 200 gram dengan volume 306 ml. di sini penulis ngambil data sebanyak 3 data yaitu dengan berat 200 gram, 150 gram dan 50 gram daun kelor secara pengeringan alami dari sinar matahari dan pengeringan secara buatan. Hasil pengujian pengeringan dapat dilihat pada Lampiran 2.



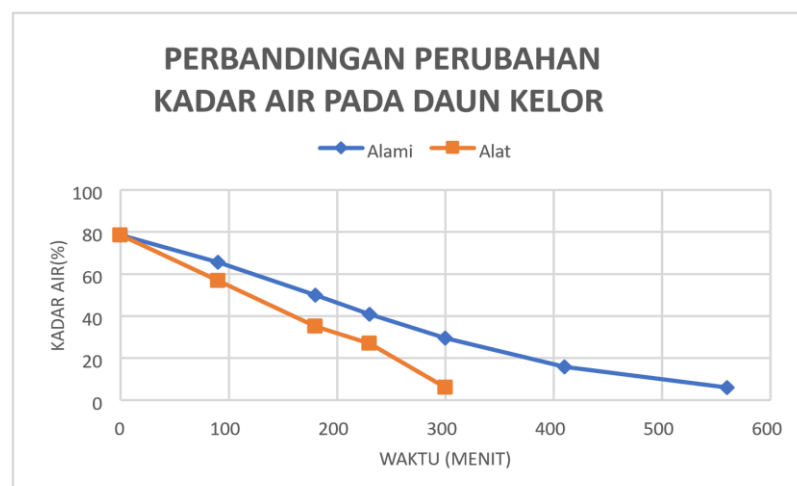
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Perubahan Massa Pada Daun Kelor



Gambar 4. 18 Perbandingan Perubahan Massa Pada Daun Kelor 100 gram



Gambar 4. 19 Perbandingan Perubahan Massa Pada Daun Kelor 50 gram



(d)

Gambar 4. 20 Grafik Hasil Perbandingan Kadar Air pada Daun Kelor

Dapat dilihat data melalui lampiran pengering alami dan buatan, perubahan dalam massa dan kadar air seiring berjalannya waktu (dalam menit) pada kedua metode, yaitu menggunakan alat pengering dan metode alami. Grafik menunjukkan bahwa perubahan kadar air menggunakan alat pengering daun kelor otomatis lebih cepat dibandingkan dengan metode alami. Berdasarkan waktu pengeringan, nilai kadar air dengan menggunakan alat adalah sebagai berikut: 78,58%, 56,80%,

35,02%, 26,93%, 6,00% selama 5 jam. Di sisi lain, dalam sistem alami, proses pengeringan memerlukan waktu yang lebih lama, dengan kadar air sebagai berikut : 78,58%, 65,65%, 49,90%, 40,90%, 29,52%, 15,86%, 6,00% selama 9 jam, 20 menit.

Maka dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian pengeringan, penggunaan alat dengan waktu 4,5 jam lebih cepat di bandingkan dengan metode alami.



Gambar 4. 21 Pengujian Pengeringan daun kelor Dengan Alat