

ANALISIS DESAIN STRUKTUR MESIN PENGERING KAIN PEL: INOVASI UNTUK EFISIENSI DAN KUALITAS

Ahlun Wijaya¹, Tulus Subagyo², Hasan Bashori³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan

^{2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan
ahlunwijaya@gmail.com¹,Tulus@yudharta.ac.id², hasan.bashori@yudharta.ac.id

Abstrak

Mesin pengering kain lap pel yang menggunakan pengeringan dengan sistem pemanasan yang menggunakan elemen heater dan mendapatkan hasil laju pengeringan tertinggi didapat pada menit ke 20 dengan nilai laju pengeringan sebesar $2,422621 \text{ kg/jam.m}^2$. Dapat dilihat dalam grafik terjadi peningkatan laju pengeringan dari menit ke 80 menuju ke 100 dan 120 dimana nilai laju pengeringan naik turun sebesar $1,378076 \text{ kg/jam.m}^2$ meningkat ke $1,442854 \text{ kg/jam.m}^2$ dan terjadi penurunan kembali dengan nilai laju pengeringan sebesar $1,370069 \text{ kg/jam.m}^2$. Namun, berat kain pel yang dikeringkan tetap menurun secara konstan. Dari seluruh laju pengeringan tiap 20 menit didapat laju pengeringan rata rata sebesar $1,7560002 \text{ kg/jam.m}^2$. Waktu pengeringan perselisih 20 menit.

Kata Kunci : Mesin Pengering, Kain Lap Pel, Elemen heater.

Abstract

Mop drying machine that uses drying with a heating system that uses a heater element and gets the highest drying rate results obtained in the 20th minute with a drying rate of $2,422621 \text{ kg/hour.m}^2$. It can be seen in the graph that there is an increase in the drying rate from minute 80 to 100 and 120 where the value of the drying rate goes up and down by $1.378076 \text{ kg/hour. m}^2$ increases to $1.442854 \text{ kg/hour.m}^2$ and decreases again with drying rate value is $1.370069 \text{ kg/hour.m}^2$. However, the weight of the dried mop remains constant. From all the drying rates every 20 minutes, the average drying rate is $1.7560002 \text{ kg/hour.m}^2$. The drying time difference is 20 minutes.

Keyword : Drying Machine, Mop, Element heater.

PENDAHULUAN

Manusia dihadapkan pada kondisi zaman yang berkembang dengan cepat dan sejalan dengan teknologi yang semakin maju. Maka dari itu tentunya mendorong setiap individu harus mampu mengikuti perkembangan teknologi-teknologi yang semakin canggih itu. Seiring dengan hal tersebut maka cara-cara konvensional pun harus rela untuk ditinggalkan. Pada lingkungan usaha kecil menengah atau biasa disebut (UKM) ,banyak ditemui sistem konvensional yang masih digunakan. Tidak terkecuali dalam bidang alat alat rumah tangga seperti kain lap pel. Saat ini masyarakat sangat membutuhkan barang barang praktis dalam menghadapi dunia perdapuran atau kebersihan lainnya salah satunya kain lap pel ini. Siklus cuaca atau yang juga bisa disebut global warming dengan ketidakpastian cuaca yang tidak menentu terkadang panas kemudian secara tiba-tiba terjadi hujan yang turun secara terus-menerus yang mana keadaan cuaca seperti ini mengakibatkan suatu permasalahan bagi pengusaha kecil UMKM Pel yang mengandalkan sinar matahari sebagai penjemuran bahan baku sebagai bahan baku utama pembuatan pel.

Sinar matahari yang ada di Indonesia sangat melimpah sehingga banyak warga yang memanfaatkan sebagai sumber utama untuk mengeringkan kain. Hal ini hanya bisa dilakukan untuk proses yang dilakukan pada siang hari saja, proses pengeringan kain yang begitu singkat dan dikarenakan musim atau cuaca yang kadang tidak bisa diprediksi kapan datangnya panas dan kapan datangnya hujan membuat baik pelaku pengusaha maupun bisnis seperti Hotel, Rumah Tangga, Rumah Sakit maupun Bisnis Pembuatan Pel sedikit tidak efektif karena hal tersebut. (Raditya,2018). Oleh karena itu cara ini tidak cukup efektif bagi produsen UMKM

tersebut. Kain lap pel merupakan suatu peralatan yang sangat dibutuhkan di kalangan masyarakat terutama ibu-ibu rumah tangga. Kain lap pel ini diolah dengan cara dikeringkan dan jika mengandalkan sinar matahari akan membutuhkan waktu kurang lebih selama 1-2 hari jika dijemur dibawah terik sinar matahari secara langsung. Namun apabila cuaca sedang tidak baik maka akan memakan waktu pengeringan lebih lama yakni kurang lebih 4 hari. Sangat merepotkan apabila bahan baku Pel yang telah direndam pewarna tidak kering selama sehari-hari sehingga tidak dapat memproduksi pel. Anomali suhu udara adalah perbandingan suhu udara pada tahun tertentu, relatif terhadap periode normal, dalam hal ini adalah rentang waktu tahun 1981-2010. Data observasi dari stasiun-stasiun BMKG dalam setiap provinsi dirata-ratakan sebagai nilai anomali suhu provinsi masing-masing. Data menunjukkan, bahwa untuk wilayah Indonesia, tahun 2016 merupakan tahun terpanas dengan nilai anomali sebesar 0.8°C sepanjang periode pengamatan. Sedangkan tahun 2019 sendiri menempati urutan kedua dengan anomali sebesar 0.58°C , dan tahun 2015 di peringkat ketiga dengan anomali 0.5°C . Sebagai perbandingan, data nilai suhu rata-rata global juga menempatkan tahun 2016 sebagai tahun terpanas (peringkat pertama) dan tahun 2019 tercatat sebagai tahun terpanas kedua (Pusat Informasi Perubahan Iklim BMKG.2020).

Melihat fenomena tersebut maka dirasa akan kurang efisien apabila masih menggunakan panas matahari yang tidak menentu. Dampak yang ditimbulkan juga sangat merugikan khususnya pada produsen UMKM. Oleh karena itu didapat solusi dari masalah tersebut yakni menggunakan teknologi mesin pengering kain pada permasalahan diatas.

METODE PELAKSANAAN

Tahap Persiapan

1. Mempersiapkan bahan yang akan dikeringkan.
2. Menimbang berat awal dari sebelum dikeringkan.
3. Mengatur letak kain
4. Menghubungkan kabel ke sumber listrik.
5. Memastikan mesin telah menyala pada control box.
6. Menyiapkan seluruh alat ukur yang nantinya akan digunakan saat pengambilan data.
7. Meletakkan thermometer di rak agar dapat mengukur temperatur udara di dalam mesin tiap tingkatan raknya.
8. Mengatur temperatur mesin agar tetap pada temperatur yang diinginkan

Tahap Pengambilan Data

Dalam setiap pengujian yang penulis lakukan, yang menjadi patokan dalam mencari data – data adalah dengan patokan temperatur. Setelah di dapat temperatur rata-rata barulah pengambilan data dilakukan. Data – data tersebut diambil pada waktu interval tertentu. Kemudian untuk setiap pengujian yang perlu dicatat antara lain:

- a. Berat kain sebelum dan sesudah pengujian
- b. Temperatur permukaan pada kain didalam mesin pengering
- c. Temperatur permukaan dinding mesin pengering luar maupun dalam
- d. Temperatur ruangan dalam mesin pemanas
- e. Temperatur permukaan dinding luar dan dalam ruang bakar
- f. Durasi pengujian yang digunakan sampai kain menjadi kering

Tahap Setelah Pengujian

Tahapan ini yaitu membersihkan dan merapikan peralatan pengujian agar siap untuk digunakan kembali saat pengujian selanjutnya, diantaranya :

- a. Membersihkan mesin pengering dari sisa – sisa hasil pengujian sebelumnya.
- b. Mematikan tuas oven pada control box.
- c. Melepas kabel dari sumber listrik.
- d. Mengemas dan menandai hasil pengujian agar tidak tertukar.
- e. Merapikan seluruh alat ukur yang telah digunakan
- f. Membersihkan lingkungan sekitar tempat pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil yang didapatkan dalam penelitian mesin pengering kain yang menggunakan sistem *heater* meliputi; massa kain kering, massa pakaian basah, suhu udara kering sebelum masuk mesin pengering, suhu udara keluar dari mesin pengering, dan kecepatan aliran udara. Pengujian dilakukan dengan 3 kali percobaan untuk setiap variasi jumlah pakaiannya, kemudian dihitung hasil rata-ratanya sehingga didapat hasil seperti pada tabel 1.

Tabel 1
Pengujian waktu pengeringan kain

Waktu menit	Suhu	Berat kain (kg)		Selisih berat	Kecepatan Aliran
T	°C	MPBA	MPK	Kg	m/s
0	50	8,075	3,705	0	
20	50	8,075	3,705	1,045	
40	50	8,075	3,705	1,970	
60	50	8,075	3,705	2,770	
80	50	8,075	3,705	3,750	
100	50	8,075	3,705	4,110	
120	50	8,075	3,705	4,375	

Berdasarkan data tabel 1 dapat diketahui :

BA: Bobot air dalam bahan = 4,37 kg

BK: Bobot bahan kering mutlak = 3,705 kg

Maka, kadar air basis basah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Ka = \frac{Ba}{Ba+Bk} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

Ka : Kadar air basis basah (%)

Ba : Bobot air dalam bahan (kg)

Bk : Bobot bahan kering mutlak (kg)

$$Ka = \frac{4,37 \text{ kg}}{4,37 \text{ kg} + 3,705 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$Ka = \frac{4,37 \text{ kg}}{8,075 \text{ kg}} \times 100 \% = 0,541176 \%$$

Sedangkan kadar air basis kering dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$Ka = \frac{Ba}{Bk} \times 100 \%$$

$$Ka = \frac{4,37 \text{ kg}}{3,705 \text{ kg}} \times 100\% = 1,1794\%$$

Perhitungan kadar air dan laju pengeringan pada suhu 50°C dengan waktu 0-20 menit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

a). Kadar air

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Massa awal} - \text{Massa akhir}}{\text{Massa awal}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{8,075 \text{ kg} - 7,03 \text{ kg}}{8,075 \text{ kg}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = 12,6686\%$$

b). Laju pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Berdasarkan data hasil tabel 1. Dapat dihitung laju pengeringan menggunakan persamaan :

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

X_t : moisture content basis kering (kg)

W : Berat bahan basah

W_s : Berat bahan setelah dikeringkan

$$R = \frac{W_s \cdot dX_t}{A \cdot dt} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

R : Laju pengeringan (kg)

A : Luas permukaan bahan (m²)

T : Waktu (jam)

$$X_{t1} = \frac{8,075 \text{ kg} - 3,7 \text{ kg}}{3,7 \text{ kg}} = 1,182432 \text{ kg}$$

$$X_{t2} = \frac{8,075 \text{ kg} - 7,03 \text{ kg}}{7,03 \text{ kg}} = 0,14869 \text{ kg}$$

$$dX_t = X_{t1} - X_{t2}$$

$$= 1,182432 \text{ kg} - 0,14869 \text{ kg}$$

$$= 1,033784 \text{ kg}$$

$$R = \frac{7,03 \text{ kg} \times 1,033784 \text{ kg}}{2 \text{ m}^2 \times 0,6667} = 2,422621 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \cdot \text{m}^2$$

Hasil perhitungan menunjukkan laju pengeringan pada waktu 0-20 menit yaitu $2,422621 \frac{kg}{jam} \cdot m^2$

- Perhitungan kadar air dan laju pengeringan pada suhu 50°C dengan waktu 20-40 menit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

a). Kadar air

$$Kadar\ air = \frac{Massa\ awal - Massa\ akhir}{Massa\ awal} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{7,03\ kg - 6,105\ kg}{6,105\ kg} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 15,15152\%$$

b). Laju pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Berdasarkan data hasil tabel 1. Dapat dihitung laju pengeringan menggunakan persamaan :

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- X_t : moisture content basis kering (kg)
- W : Berat bahan basah
- W_s : Berat bahan setelah dikeringkan

$$R = \frac{W_s \cdot dX_t}{A \cdot dt} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

- R : Laju pengeringan
- A : Luas permukaan bahan (m^2)
- T : Waktu (jam)

$$X_{t1} = \frac{8,075\ kg - 3,7\ kg}{3,7\ kg} = 1,182432\ kg$$

$$X_{t2} = \frac{7,03\ kg - 6,105\ kg}{6,105\ kg} = 0,151515\ kg$$

$$dX_t = X_{t1} - X_{t2}$$

$$= 1,182432\ kg - 0,151515\ kg$$

$$= 1,030917\ kg$$

$$R = \frac{6,105\ kg \times 1,030917\ kg}{2\ m^2 \times 0,6667} = 2,0980222 \frac{kg}{jam} \cdot m^2$$

Hasil perhitungan menunjukkan laju pengeringan pada waktu 20-40 menit yaitu $2,0980222 \frac{kg}{jam} . m^2$.

- Perhitungan kadar air dan laju pengeringan pada suhu 50°C dengan waktu 40-60 menit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

a). Kadar air

$$Kadar\ air = \frac{Massa\ awal - Massa\ akhir}{Massa\ awal} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{6,105\ kg - 5,305\ kg}{5,305\ kg} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 15,08011\%$$

b). Laju pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Berdasarkan data hasil tabel 1. Dapat dihitung laju pengeringan menggunakan persamaan :

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

- X_t : moisture content basis kering (kg)
- W : Berat bahan basah
- W_s : Berat bahan setelah dikeringkan

$$R = \frac{W_s \cdot dX_t}{A \cdot dt} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

- R : Laju pengeringan \dot{v}
- A : Luas permukaan bahan (m^2)
- T : Waktu (jam)

$$X_{t1} = \frac{8,075\ kg - 3,7\ kg}{3,7\ kg} = 1,182432\ kg$$

$$X_{t2} = \frac{6,105\ kg - 5,305\ kg}{5,305\ kg} = 0,150801\ kg$$

$$dX_t = X_{t1} - X_{t2}$$

$$\dot{v} 1,182432\ kg - 0,150801\ kg$$

$$\dot{v} 1,031631\ kg$$

$$R = \frac{5,305\ kg \times 1,031631\ kg}{2\ m^2 \times 0,6667} = 1,824359 \frac{kg}{jam} . m^2$$

Hasil perhitungan menunjukkan laju pengeringan pada waktu 20-40 menit yaitu $1,824359 \frac{kg}{jam} \cdot m^2$.

- Perhitungan kadar air dan laju pengeringan pada suhu 50°C dengan waktu 60-80 menit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

a). Kadar air

$$Kadar\ air = \frac{Massa\ awal - Massa\ akhir}{Massa\ awal} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{5,305\ kg - 4,325\ kg}{4,325\ kg} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 22,65896\%$$

b). Laju pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Berdasarkan data hasil tabel 1. Dapat dihitung laju pengeringan menggunakan persamaan :

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

- Xt : moisture content basis kering (kg)
- W : Berat bahan basah
- Ws : Berat bahan setelah dikeringkan

$$R = \frac{W_s \cdot dX_t}{A \cdot dt} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

- R : Laju pengeringan $\frac{kg}{jam}$
- A : Luas permukaan bahan (m^2)
- T : Waktu (jam)

$$X_{t1} = \frac{8,075\ kg - 3,7\ kg}{3,7\ kg} = 1,182432\ kg$$

$$X_{t2} = \frac{5,305\ kg - 4,325\ kg}{4,325\ kg} = 0,22659\ kg$$

$$dX_t = X_{t1} - X_{t2}$$

$$= 1,182432\ kg - 0,22659\ kg$$

$$= 0,955843\ kg$$

$$R = \frac{4,325\ kg \times 0,955843\ kg}{2\ m^2 \times 0,6667} = 1,378076 \frac{kg}{jam} \cdot m^2$$

Hasil perhitungan menunjukkan laju pengeringan pada waktu 60-80 menit yaitu $1,378076 \frac{kg}{jam} \cdot m^2$.

- Perhitungan kadar air dan laju pengeringan pada suhu 50°C dengan waktu 80-100 menit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

a). Kadar air

$$Kadar\ air = \frac{Massa\ awal - Massa\ akhir}{Massa\ awal} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{4,325\ kg - 3,965\ kg}{3,965\ kg} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 9,079455\ \%$$

b). Laju pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Berdasarkan data hasil tabel 1. Dapat dihitung laju pengeringan menggunakan persamaan :

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

X_t : moisture content basis kering (kg)

W : Berat bahan basah

W_s : Berat bahan setelah dikeringkan

$$R = \frac{W_s \cdot dX_t}{A \cdot dt} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

R : Laju pengeringan

A : Luas permukaan bahan (m²)

T : Waktu (jam)

$$X_{t1} = \frac{8,075\ kg - 3,7\ kg}{3,7\ kg} = 1,182432\ kg$$

$$X_{t2} = \frac{4,325\ kg - 3,965\ kg}{3,965\ kg} = 0,090794\ kg$$

$$dX_t = \frac{\square}{\square} / X_{t1} - X_{t2}$$

$$= 1,182432\ kg - 0,090794\ kg$$

$$= 1,091638\ kg$$

$$R = \frac{3,965\ kg \times 1,091638\ kg}{2\ m^2 \times 0,6667} = 1,442854 \frac{kg}{jam} \cdot m^2$$

Hasil perhitungan menunjukkan laju pengeringan pada waktu 80-100 menit yaitu $1,442854 \frac{kg}{jam} \cdot m^2$.

- Perhitungan kadar air dan laju pengeringan pada suhu 50°C dengan waktu 100-120 menit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

a). Kadar air

$$Kadar\ air = \frac{Massa\ awal - Massa\ akhir}{Massa\ awal} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = \frac{3,965\ kg - 3,7\ kg}{3,7\ kg} \times 100\%$$

$$Kadar\ air = 7,162162\ \%$$

b). Laju pengeringan

Laju pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Berdasarkan data hasil tabel 1. Dapat dihitung laju pengeringan menggunakan persamaan :

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana :

- X_t : moisture content basis kering (kg)
- W : Berat bahan basah
- W_s : Berat bahan setelah dikeringkan

$$R = \frac{W_s \cdot dX_t}{A \cdot dt} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

- R : Laju pengeringan
- A : Luas permukaan bahan (m²)
- T : Waktu (jam)

$$X_{t1} = \frac{8,075\ kg - 3,7\ kg}{3,7\ kg} = 1,182432\ kg$$

$$X_{t2} = \frac{3,965\ kg - 3,7\ kg}{3,7\ kg} = 0,071622\ kg$$

$$dX_t = X_{t1} - X_{t2}$$

$$= 1,182432\ kg - 0,071622\ kg$$

$$= 1,110811\ kg$$

$$R = \frac{3,965\ kg \times 1,110811\ kg}{2\ m^2 \times 0,6667} = 1,370069\ \frac{kg}{jam} \cdot m^2$$

Hasil perhitungan menunjukkan laju pengeringan pada waktu 100-120 menit yaitu 1,370069 $\frac{kg}{jam} \cdot m^2$.

Pembahasan

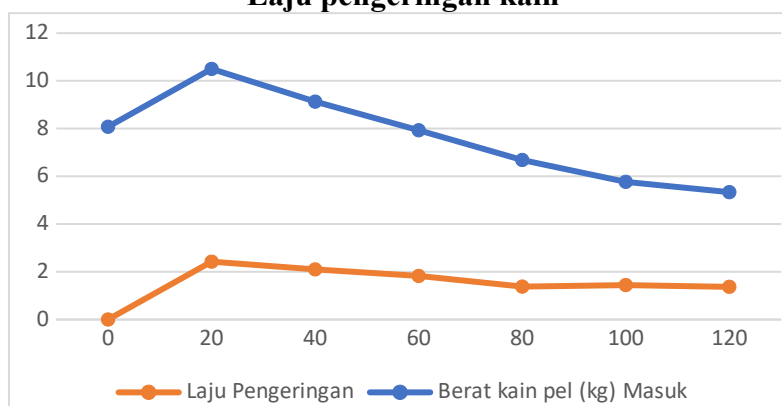
Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan nilai seperti yang terlihat pada tabel 2.

Tabel 2
Hasil perhitungan pengeringan kain

Waktu (menit)	Berat kain pel (kg)		Laju Pengeringan kadar air	
	Masuk	Keluar		
0	8,075	8,075	0	0
20	8,075	7,03	2,422621	14,86486
40	7,03	6,105	2,098022	15,15152
60	6,105	5,305	1,824359	15,08011
80	5,305	4,325	1,378076	22,65896
100	4,325	3,965	1,442854	9,079445
120	3,965	3,7	1,370069	7,162162
Rata rata laju pengeringan			1,7560002	

Dari tabel yang telah diisi dapat dibuat grafik antara hubungan laju pengeringan, berat kain pel yang masuk dan waktu seperti ditunjukkan pada grafik 1.

Grafik 1
Laju pengeringan kain



Dari grafik 1 dapat dijelaskan bahwa laju pengeringan tertinggi didapat pada menit ke 20 dengan nilai laju pengeringan sebesar $2,422621 \text{ kg/jam.m}^2$. Dapat dilihat dalam grafik terjadi peningkatan laju pengeringan dari menit ke 80 menuju ke 100 dan 120 dimana nilai laju pengeringan naik turun sebesar $1,378076 \text{ kg/jam.m}^2$ meningkat ke $1,442854 \text{ kg/jam.m}^2$ dan terjadi penurunan kembali dengan nilai laju pengeringan sebesar $1,370069 \text{ kg/jam.m}^2$. Namun, berat kain pel yang dikeringkan tetap menurun secara konstan. Dari seluruh laju pengeringan tiap 20 menit didapat laju pengeringan rata rata sebesar $1,7560002 \text{ kg/jam.m}^2$. Waktu pengeringan perselisih 20 menit (yakobus, 2016).

Faktor faktor yang dapat mempengaruhi laju pengeringan dalam sistem pemanas ini antara lain :

1. Nilai suhu yang digunakan dalam proses pengeringan.
2. Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan

3. Lama waktu yang digunakan dalam proses pengeringan
4. Luas permukaan bahan yang akan dikeringkan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian sistem pemanas yang dilakukan dengan menggunakan suhu 50 °C dan dengan variasi penambahan waktu pengeringan sebesar 20 menit diperoleh data kain dapat dikeringkan dalam waktu 120 menit dengan nilai hasil laju pengeringan tertinggi terjadi pada menit 0-20 menit dengan nilai laju pengeringan 2,422621 kg/jam.m² dengan rata rata nilai laju pengeringan di tiap 20 menit sebesar 1,7560002 kg/jam.m².

DAFTAR PUSTAKA

- Pratama, M. A. (2012). *Rancang Bangun Rangka Mesin Pencacah Plastik Kemasan*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret .
- Kemas Muhammad Abdul Fatah, dkk. (2021). Peningkatan Omset Penjualan Melalui Penerapan Teknologi Mesin Pengering Ramah Lingkungan Dan Pemasaran On Line. *Jurnal Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai*.
- Kalikate, S. M., Patil, S. R., & Sawant, S. M. (2018). Simulation-based estimation of an automotive magnetorheological brake system performance. *Journal of Advanced Research*, 14, 43-51.
- Nugroho, C. B. (2015). Analisa kekuatan rangka pada traktor (force analysis frame on tractor). *Jurnal Integrasi*, 7(2), 104–107.
- Hudzari R. M., et al., (2012)). Simulation and analysis of innovative hand tool harvester, *Scientific Research and Essays Vol. 7 (19)*, pp. 1864-1871.
- Abidin, Z., & Rama, B. (2015). Analisa distribusi tegangan dan defleksi connecting rod sepeda motor 100 cc menggunakan metode elemen hingga. *Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Sriwijaya*, 15(1), 30–39.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.