

Design And Construction Of Cabinet Dryer With Variation Of Blower Speed Using Charcoal Combustion On Chilli Plants

Rancang Bangun *Cabinet Dryer* Dengan Variasi Kecepatan *Blower* Menggunakan Pembakaran Arang Pada Tanaman Cabai

Muhammad Rosyidi¹, A'rasy Fahrudin²

{muhrosyidi15@gmail.com¹, Arasy.fahrudin@umsida.ac.id²}

Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo^{1,2}

Abstract. Indonesia is one of the tropical countries where there are many entrepreneurs engaged in chili farming found in rural areas. Chili is a commodity plant that is in great demand throughout the world and in Indonesia, therefore without good processing or preservation, the quality of chili quickly rots and the price drops in the market. In the chili processing process, it is very dependent on sunlight, but due to the uncertain climate and drying using sunlight, it needs a long and unhygienic process, causing the chili processing process to be hampered. For this reason, the design of a drying system that utilizes heat from burning charcoal is specifically designed to speed up the drying process. This chili drying system utilizes heat from burning charcoal in the furnace and flows hot air into the system with the help of a blower whose speed is varied, namely 6000 Rpm, 4000 Rpm and 2000 Rpm, with variations in the testing capacity scale to determine the tamping power on an efficient rack when this dryer works. After testing the tool, it is known that in a drying time of 30 minutes, the variation is more effective with an even distribution of heat in the system with a maximum blower speed of 100 grams with a drying rate of 20% to 30%.

Keywords - Cabinet Dryer, Chili Dryer, Blower Speed, Burning Furnace, Heat Transfer.

Abstrak. Indonesia merupakan salah satu negara beriklim tropis dimana terdapat pengusaha yang bergerak dibidang pertanian cabai banyak ditemui dipedesaan. Cabai merupakan tanaman komoditas yang banyak di minati diseluruh dunia maupun di Indonesia, oleh karena itu tanpa proses pengolahan atau pengawetan yang baik membuat kualitas cabai cepat membusuk dan harganya turun di pasaran. Dalam proses pengolahan cabai sangat bergantung pada sinar matahari namun dikarenakan iklim yang tidak menentu dan pengeringan menggunakan sinar matahari perlu proses yang lama dan tidak higienis menyebabkan terhambatnya proses pengolahan cabai. Untuk itu dilakukannya perancangan sistem pengering yang memanfaatkan panas dari pembakaran arang yang didesain khusus untuk mempercepat proses pengeringan. Sistem pengering cabai ini memanfaatkan panas dari pembakaran arang didalam tungku dan mengalirkan udara panas masuk ke dalam sistem dengan bantuan *blower* yang divariasikan kecepatannya yaitu 6000 Rpm, 4000 Rpm dan 2000 Rpm, dengan variasi skala kapasitas pengujian untuk mengetahui daya tamping pada rak yang efisien pada saat alat pengering ini bekerja. Setelah dilakukan pengujian alat maka diketahui bahwa dalam waktu pengeringan selama 30 menit, variasi yang lebih efektif dengan penyebaran panas yang merata di dalam sistem dengan kecepatan blower maksimal pada kapasitas 100 gram dengan nilai laju pengeringan 20% hingga 30%.

Kata Kunci - Cabinet Dryer, Pengering Cabai, Kecepatan *Blower*, Tungku Pembakaran, Perpindahan Panas.

I. PENDAHULUAN

Cabai salah satu komoditas pertanian yang banyak diminati penduduk di seluruh dunia termasuk Indonesia. Cabai dapat diolah menjadi berbagai macam olahan seperti bumbu masakan, obat – obatan herbal sampai dengan pewarna alami untuk kosmetik [1]. Cabai (*Capsicum*) berasal dari Amerika Tengah, Salah satu jenis varietas dari cabai adalah cabai merah (*Capsicum annum L*). Produksi dan harga cabai yang disampaikan oleh Kementerian Perdagangan melalui Pusat Pengkajian Perdagangan Dalam Negeri Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan tahun 2022, yaitu sebesar Rp. 37.782,- per kilogram atau menurun sebesar -23,11 % di bandingkan harga bulan Desember 2021 sebesar Rp. 49.141,- per kilogram, data produksi cabai merah besar berdasarkan rata – rata selama 6 tahun (2016 – 2021) kebutuhan cabai mencapai 1.010.15 ribu ton. Peningkatan produksi cabai berbanding lurus dengan total konsumsi cabai dari tahun 2016 – 2021.

Tanpa penanganan atau pengolahan yang tepat, kelebihan produksi cabai pada saat panen raya akan menyebabkan harga jualnya makin turun. Teknologi setelah panen atau pengolahan cabai menjadi andalan dalam mempertahankan dan meningkatkan nilai jual produk yang di tutuntut memenuhi kualitas pada konsumen. Beberapa upaya yang bisa untuk penyelamatan hasil salah satunya dengan metode pengeringan. Prinsip pengeringan pada cabai dengan menguapkan air dari dalam cabai sehingga kandungan airnya berkurang. Model pengeringan yang maksimal menghasilkan kualitas cabai kering terbaik dan menurunkan kadar air dengan waktu yang singkat menggunakan pengering tipe rak *cabinet dryer*.

Proses pengeringan yang sebelumnya dilakukan petani dengan cara sederhana menggunakan metode penjemuran secara langsung dibawah sinar matahari. Metode ini kurang efektif karena membutuhkan area yang luas dan waktu pengeringan yang relatif lama 10 – 12 hari, dan proses pengeringan tergantung pada cuaca serta efek sinar *ultraviolet* matahari yang dapat merusak warna dari kulit cabai sehingga tidak terlihat cerah lagi. *Cabinet dryer* merupakan pengering mekanis yang memanfaatkan penguapan energi panas. Kelebihan menggunakan alat pengering *cabinet dryer* yaitu tidak membutuhkan waktu yang lama karena suhu yang digunakan dapat dikontrol sesuai kondisi fisik bahan [2]. Alat pengeringan ini memerlukan sumber energi panas dari *tubular heater* dan mengimbangi radiasi panas yang keluar dari alat, memanaskan bahan, menguapkan air pada bahan yang dipanaskan serta mengalirkan udara panasnya.

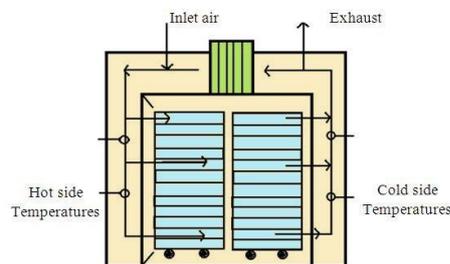
Pada penelitian ini menggunakan 2 variasi yaitu pada kecepatan *blower* yaitu 2000 rpm, 4000 rpm, 6000 rpm dan variasi kapasitas skala uji coba 50 gram, 100 gram, 150 gram yang bertujuan untuk menganalisa laju pengeringan dan performa alat.

A. *Cabinet Dryer*

Cabinet Dryer merupakan salah satu jenis alat pengering yang digunakan untuk mengeringkan berbagai macam produk olahan bahan makanan yang berbentuk seperti lemari yang didalamnya ada beberapa rak yang tersusun untuk meletakkan bahan yang dipanaskan, hingga menjadi salah satu solusi untuk mengatasi masalah pengeringan bahan seperti cabai yang terkendala musim hujan dan memanfaatkan sinar matahari saat fase pengeringan. Beberapa produk atau bahan komoditi yang dapat dikeringkan seperti jagung, cabai, singkong, tanaman herbal, empon – empon dan produk lainnya [2].

Dalam kehidupan sehari-hari ada berbagai macam jenis alat pengering yang sering digunakan yaitu sebagai berikut :

Gambar 1. *Tray Dryer* digunakan untuk mengeringkan bahan - bahan yang tidak boleh diaduk saat pengeringan, sehingga didapatkan hasil berupa zat padat yang kering. *Tray Dryer* sering digunakan untuk laju produksi kecil. *Tray Dryer* diperlihatkan pada gambar.



Gambar 1. *Cabinet Tray Dryer*

Gambar 2. *Spray Dryer* digunakan untuk menguapkan dan mengeringkan larutan dan bubuk hingga kering. hasil produk berupa zat padat yang kering. *Spray Dryer* diperlihatkan pada gambar.



Gambar 2. *Cabinet Spray Dryer*

Gambar 3. *Rotary dryer* merupakan suatu alat pengering yang berbentuk silinder dan bergerak secara berputar. Pada alat *rotary dryer* panas diperoleh dari pembakaran bahan bakar. *Rotary dryer* digunakan untuk proses pengeringan zat padat seperti biji jagung, dan sebagainya. Alat rotary dryer diperlihatkan pada gambar.



Gambar 3. Rotary Dryer

Kelebihannya alat pengering *cabinet dryer* ini cocok untuk produk yang memiliki keseragaman tinggi, produk yang di keringkan biasanya hasil pertanian dan harganya terjangkau murah karena membutuhkan daya yang tidak terlalu tinggi sehingga memudahkan para petani. Kelemahan dari *cabinet dryer* adalah kurangnya sistem kontrol aliran udara yang bergerak sehingga aliran udaranya terlalu kencang, menyebabkan aliran turbulen dalam *chamber* yang menghambat pengeringan produk bahan pangan.

B. Proses Pengeringan

Definisi pengeringan adalah proses mengambil air yang relatif kecil dari padatan atau dari campuran gas. Dan termasuk proses perpindahan panas, massa dan momentum. Pengeringan terjadi dengan adanya panas fisik, yaitu operasi penguapan. Operasi pengeringan dalam pengertian umum tidak hanya berarti mengambil sejumlah kecil air tetapi juga berlaku untuk cairan selain air yang menghasilkan padatan kering. Bahan yang dikeringkan akan dihubungkan ke udara panas (gas) sehingga panas akan dipindahkan dari udara ke bahan basah, panas ini akan menyebabkan air menguap ke udara. Dalam proses pengeringan ini, suatu produk dengan satu atau lebih sasaran produk yang diinginkan diperoleh, misalnya dalam bentuk fisiknya (bubuk, pipih atau butiran). Jenis dasar pengeringan adalah panas yang masuk melalui konveksi, konduksi, radiasi, dan pemanas listrik serta kombinasi dari metode jenis ini[3].

Adapun beberapa parameter yang bisa mempengaruhi proses pengeringan yaitu:

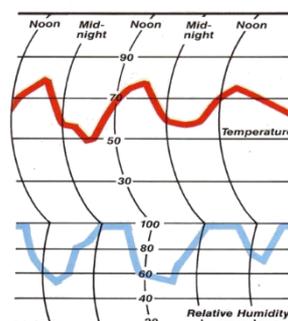
1. Suhu Udara Pengering

Suhu udara pengering berpengaruh terhadap lama pengeringan dan kualitas bahan hasil pengeringan. Makin tinggi suhu udara pengering maka proses pengeringan makin singkat.

2. Kelembaban Relatif Udara Pengeringan

Kelembaban relatif udara adalah perbandingan massa uap air aktual pada volume yang diberikan dengan masa uap air saturasi pada temperatur yang sama. Kelembaban mutlak udara berpengaruh terhadap pemindahan cairan dari dalam ke permukaan bahan. Kelembaban relatif juga menentukan besarnya tingkat kemampuan udara pengering dalam menampung uap air di permukaan bahan. Semakin rendah RH udara pengering, makin cepat pula proses pengeringan yang terjadi, karena mampu menyerap dan menampung uap air lebih banyak dari pada udara dengan RH yang tinggi.

Kelembaban relatif tergantung kepada suhu udara. Pada siang hari, dimana lapisan paling bawah menjadi panas karena permukaan tanah memanaskan, RH dengan cepat berkurang. Dengan demikian tingkat penguapan tinggi.



Gambar 4. Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara

Sumber kelembaban di daerah perkotaan berasal dari air hujan yang cenderung merupakan limpasan permukaan karena adanya permukaan semen, parit, selokan, dan pipa drainase. Di daerah pedesaan sebagian besar air hujan merembes ke tanah dan menjadi sumber penguapan sehingga cenderung mendinginkan udara. Penguapan dari permukaan dan vegetasi di kota-kota lebih rendah daripada di daerah pedesaan di mana permukaannya lebih terbuka. Jumlah badan air (sungai, danau, kolam dan rawa), per satuan luas kota lebih kecil daripada di sekitar bagian luar kota. Kondisi di atas memperlambat hilangnya panas di kota karena penguapan dari air lebih kecil sehingga lebih banyak panas tersedia untuk memanaskan atmosfer kota.

C. Kecepatan Udara Pengering

Udara berfungsi sebagai pembawa panas untuk menguapkan kandungan air pada bahan serta mengeluarkan uap air tersebut. Air dikeluarkan dari bahan dalam bentuk uap dan harus secepatnya dipindahkan dari bahan. Aliran udara yang cepat akan membawa uap air dari permukaan bahan dan mencegah uap air tersebut menjadi jenuh di permukaan bahan. Semakin besar volume udara yang mengalir, maka semakin besar pula kemampuannya dalam membawa dan menampung air dari permukaan bahan[4].

D. Kadar Air Bahan

Kadar air bahan menunjukkan massa bahan sebelum dikeringkan dikurangi dengan massa setelah dikeringkan persatuan massa bahan sebelum dikeringkan Dalam perhitungan ini berlaku rumus sebagai berikut [5].

$$\text{Kat} = \frac{mb-mk}{mb} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :

Kat = Kadar air kering (%)

mb = massa bahan sebelum dikeringkan (gram).

mk = massa bahan setelah dikeringkan (gram).

Laju massa pengeringan menggunakan perhitungan.

$$V = \frac{mb-mk}{t} \quad (2)$$

Keterangan :

V = Laju massa bahan yang dikeringkan (gram/menit).

mb = massa bahan sebelum dikeringkan (gram).

mk = massa bahan setelah dikeringkan (gram).

t = waktu pengeringan (menit).

Rancangan proses pengeringan pada prinsipnya menjadi lebih tepat dan menentukan ukuran peralatan, perlu diketahui terlebih dahulu waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan dari kadar air tertentu hingga kadar air yang diinginkan dalam kondisi tertentu. Untuk keperluan ini data pengeringan diperlukan yang dapat diperoleh melalui percobaan, yaitu :

a. *Drying Test* (Pengujian Pengeringan)

Drying test adalah hubungan antara kadar air suatu bahan dengan waktu pengeringan pada suhu, kelembaban, dan kecepatan pengeringan yang konstan. Dalam eksperimen, berat sampel diukur sebagai fungsi waktu.

b. Kurva Laju Pengeringan

Dapat diartikan sebagai kurva yang menunjukkan hubungan antara laju pengeringan dan kadar air suatu material. Tingkat pengeringan dinyatakan sebagai air LB yang diuapkan setiap jam[5]. Laju Pengeringan didefinisikan sebagai berikut:

$$N = \frac{Ms}{A} \times \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

Keterangan :

t : Waktu pengeringan, jam

N : kg air yang teruapkan/jam m²

x : Kandungan air padatan basis kering

A : Luas permukaan pengeringan, m²

Ms : Berat bahan kering, kg

Selain pemanas udara, biasanya menggunakan kipas atau blower untuk mengatur aliran udara di dalam pengering. Udara memasuki pemanas setelah melewati kipas. Suhu yang digunakan dan waktu pengeringan tergantung pada kondisi bahan, kadar awal dan kadar akhir yang diharapkan. Pada alat ini, udara terlebih dahulu dipanaskan kemudian dilewatkan di antara rak-rak yang sudah berisi bahan. Arah aliran udara panas dalam pengering bisa dari atas ke bawah atau dari bawah ke atas. Ini disesuaikan dengan ukuran bahan yang akan dikeringkan [3].

E. Desain Produk

Desain produk merupakan sebuah desain yang terfokus terhadap fungsionalitas benda pakai yang akan di produksi secara industri, selain fungsi dan keindahan produknya, pemahaman ini menuntut seorang pencipta atau desainer untuk memperhatikan ergonomi yaitu kenyamanan fisik pada benda pakai yang diciptakan. Dalam desain produk

menggunakan kemampuan seperti empati dan observasi yang digunakan untuk memahami pengguna seutuhnya mulai dari kebiasaan, tingkah laku, kebutuhan dan keinginan.

Pada proses perancangan juga membahas tentang seperti mesin perkakas (*benches*), termasuk juga perangkat lunak atau *software* seperti pada *software* disain *SOLIDWORKS* yang membantu kita memudahkan dalam pengerjaan desain produk untuk manufaktur perancangan produksi. Pada tahap perancangan akan timbul berbagai kesalahan yang dibuat oleh disainer, disebabkan munculnya standart – standart baru serta metode baru yang belum diketahui oleh disainer tersebut. Sehingga perancangan merupakan proses yang sangat Panjang dan berintegritas dengan bidang lainnya. Proses disain dibagi menjadi 3 tahapan yaitu :

1. *Input* atau masukan adalah hasil pengolahan data awal yang berupa spesifikasi teknik dan berupa persyaratan lain.
2. Proses adalah tahapan perancangan yang dimulai dari penentuan persyaratan awal produk, spesifikasi dan Analisa kekuatan material.

Output atau keluar terdiri dari energi, konsep produk, gambar teknik atau sketsa sebagai dokumen dari hasil proses disain untuk menjadi pedoman dalam proses produksi.

F. Perpindahan Panas

Kalor merupakan bentuk energi panas atau jumlah panas yang ada dalam sebuah benda. Perpindahan panas atau kalor yang dapat berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Perpindahan panas tersebut ada 3 macam perpindahan antara lain : konduksi, konveksi, dan radiasi. Dan untuk proses pengeringan pada tembakau terjadi secara konveksi. Konveksi merupakan perpindahan panas dari gerakan atau aliran massa pada fluida berawal dari daerah bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah, dari suatu ruangan ke ruangan lainnya, dengan adanya media elemen yang berpindah[6]. Macam macam Perpindahan Panas (Kalor) antara lain :

1. Perpindahan panas konduksi

Konduksi yaitu merupakan perpindahan panas melalui zat padat yang tidak ikut mengalami perpindahan. Artinya, perpindahan panas (kalor) tersebut pada zat tersebut tidak disertai dengan perpindahan partikel – partikelnya.

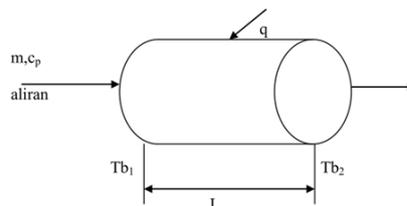
2. Perpindahan panas konveksi

Konveksi yaitu merupakan perpindahan panas melalui aliran yang zat perantaranya ikut berpindah. Jika partikelnya berpindah dan mengakibatkan kalor merambat, maka akan terjadilah konveksi. Konveksi terjadi pada zat cair dan gas (udara/angin).

3. Perpindahan panas radiasi

Radiasi yaitu merupakan perpindahan panas tanpa zat perantaranya. Radiasi juga biasanya dapat disertai cahaya.

Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. Perpindahan energi dengan cara konveksi dari suatu permukaan yang suhunya di atas suhu fluida sekitarnya berlangsung dalam beberapa tahap. Pertama, panas akan mengalir dengan cara konduksi dari permukaan ke partikel-partikel fluida yang berbatasan. Energi yang berpindah dengan cara demikian akan menaikkan suhu dan energi dalam partikel-partikel fluida ini. Kemudian partikel-partikel fluida tersebut akan bergerak ke daerah yang bersuhu rendah didalam fluida di mana mereka akan bercampur dengan, dan memindahkan sebagian energinya kepada, partikel-partikel fluida lainnya. Proses pemanasan [7] atau pendinginan fluida yang mengalir didalam saluran yang tertutup seperti gambar di bawah ini.



Gambar 5. Perpindahan Panas Konveksi

Pada umumnya laju perpindahan panas dapat dinyatakan dengan hukum perbandingan Newton sebagai berikut :

$$q_{kv} = h_{kv} A (T_b - T_f) \quad (4)$$

Keterangan :

- q_{kv} = laju perpindahan panas konveksi (Watt),
- h_{kv} = koefisien transfer panas koneksi (Watt/m².K),
- A = luas permukaan bahan (m²),
- T_b = temperatur pada bahan (K),
- T_f = temperature fluida (K).

Koefisien perpindahan panas konveksi merupakan bagian yang sangat penting dari laju konveksi. Koefisien perpindahan panas konveksi (h) bukan merupakan sifat fluida, tetapi merupakan parameter yang diperoleh dari percobaan, yang nilainya tergantung pada variabel yang mempengaruhi konveksi, Kecepatan fluida, bentuk permukaan tabung pemanas, jarak antara rak dan fluida properti. Salah satu cara untuk mengetahui jumlah koefisien transfer panas konveksi adalah melalui persamaan empirik. Persamaan empirik dapat diperoleh dengan mengkorelasikan data eksperimental dengan bantuan analisis dimensional yang akurat [8].

II. METODE

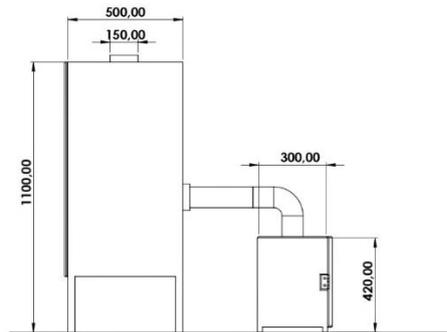
Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pembuatan disain alat kemudian melakukan uji coba alat yang sudah dibuat agar sesuai yang dirancang. Metode ini merupakan observasi dibawah kondisi buatan dan sengaja diatur oleh peneliti dengan merancang alat untuk objek pengembangan penelitian. Dalam penelitian ini menggunakan sumber panas dari pembakaran arang dengan data yang diambil meliputi massa awal dan massa susut cabai setelah proses pengeringan, kecepatan aliran udara panas, kecepatan blower dan waktu lama dalam proses pemanasan. Variabel terikat yang digunakan untuk penelitian ini meliputi :

- Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
- Kadar air (%)
- Kecepatan aliran pengeringan (m/s)

Variabel bebas yang dipakai dalam penelitian ini yaitu variasi pada kecepatan blower yang diatur kecepatannya dalam waktu tertentu dan kapasitas dalam rak untuk memperoleh data yang dijadikan acuan efisiensi dalam pengujian alat dengan metode pengeringan yang lebih cepat dan maksimal. Variable yang dimaksud meliputi :

- Variasi kapasitas rak 50 gram, 100 gram, 150 gram
- Variasi kecepatan blower 6000 Rpm, 4000 Rpm, 2000 Rpm

Penelitian diawali dengan membuat oven berbentuk balok. Dinding sebagai kerangka dibuat menggunakan bahan besi siku dengan tebal 5 mm. Pada bagian dalam dilapisi aluminium foil yang berfungsi sebagai bahan isolator untuk mengisolasi panas pada ruangan pengering sehingga panas tidak banyak keluar dari ruang sistem pengering. Setelah itu dilapisi plat besi dengan ketebalan 1,2 mm sebagai kolektor panas yang berperan untuk menyimpan panas sehingga menjaga agar suhu ruang tidak cepat turun. Rak pengering terbuat dari kerangka besi kotak berukuran 50 x 60 cm. dan rak pengering terbuat dari jaring – jaring kawat yang disusun dengan kotak rak. Untuk mengoptimalkan kapasitas bahan yang akan dikeringkan maka dibuat 3 tingkat rak dengan jarak antar rak 20 cm[9].



Gambar 6. Disain Oven Pengering

Bahan untuk pembuatan alat :

- Siku Rangka berfungsi sebagai rangka awal pembentuk alat
- Plat Besi 1.2 mm berfungsi sebagai dinding di sekeliling alat
- Hollow Galvalum 4x4 cm berfungsi sebagai kaki-kaki
- Kaca 3mm berfungsi agar bisa mengamati keadaan spesimen saat proses pengeringan
- Aluminium Bubble foil digunakan untuk melapisi dinding dalam mesin dan sebagai penahan panas di dalam alat
- Kawat Ram digunakan sebagai tatakan tray yang bisa memudahkan proses penguapan spesimen yang dikeringkan
- Karet Pintu Kulkas digunakan sebagai pelapis pinggiran pintu sehingga menyebabkan panas didalam alat tidak bocor keluar alat
- Roda besi digunakan untuk memudahkan memindahkan alat

- i. Fan digunakan untuk mengalirkan laju panas pada alat dan juga digunakan untuk memberikan tekanan pada udara panas pada alat pengering (kondisi *steady state*)
- j. MCB C16 digunakan sebagai saklar utama untuk menyalakan alat
- k. Kabel digunakan untuk merangkai kelistrikan pada alat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dirancang pembuatan oven sebagai media pengeringan cabai dengan menggunakan besi siku sebagai kerangka awal pembentukan alat dengan ukuran Panjang 60 cm , lebar 50 cm dan tinggi 110 cm juga dilengkapi dengan plat besi berukuran 1,2 mm yang sebagai dinding disekeliling alat. Untuk bagian kaki - kaki menggunakan hollow galvalum berukuran 4 x 4 cm dan dikasih roda agar memudahkan manuver, kemudian bagian atas dibuat lubang buat aliran keluarnya sumber panas yang ditiup oleh blower kipas. Untuk bagian dalam di pasang alumunium *bubble foil* berfungsi penghantar menjaga suhu panas di dalam alat. Di bagian pintu dilengkapi kaca dengan ketebalan 3 mm berfungsi agar bisa memantau sample uji yang ada di dalam oven[5].



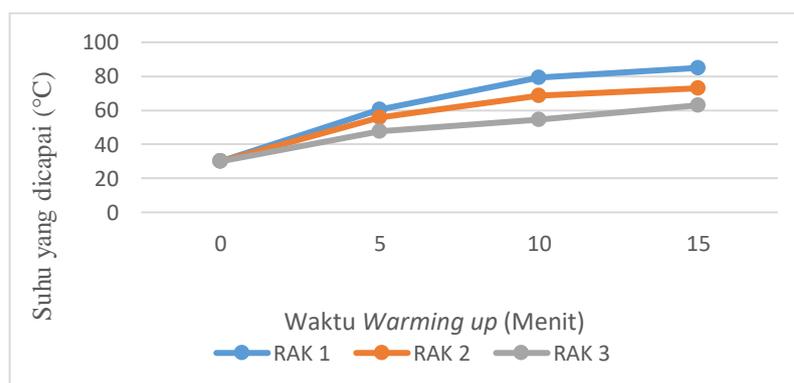
Gambar 7. Hasil Perancangan *Cabinet Dryer*

Pengujian pertama yaitu dilakukan dengan pengukuran suhu yang masuk ke sistem pengering setelah tungku pembakaran arang di hidupan sekitar 15 menit terjadi perubahan suhu yang signifikan sebelum memasukan bahan ke dalam rak pengering. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui penyebaran udara panas ke dalam ruangan rak pengeringan dan mengetahui kinerja instalasi aliran udara panas dari tungku pembakaran.

Tabel 1. Hasil Distribusi Suhu Pada Sistem Pengeringan selama 15 menit

Keterangan	Suhu yang dicapai (°C)	Suhu Tertinggi (°C)	Suhu Terendah (°C)
Rak 1	79,2 – 84,8	81,2 – 84,8	79,2 – 82,5
Rak 2	66,3 – 72,6	69,1 – 72,6	66,3 – 70,7
Rak 3	60,4 – 62,4	61,8 – 62,4	60,4 – 61,8

Hasil pendistribusian suhu pada ruang kosong sebelum dimasukan spesimen pada sistem pengeringan cukup merata dan mengalami peningkatan suhu di setiap menitnya. Hal tersebut dikarenakan udara panas yang bergerak dari bawah ke atas sampai keluar melalui *ventilator* tidak mengalami hambatan dalam pendistribusiannya sehingga semakin lama sumber pemanas dari tungku dinyalakan akan semakin meningkat suhu di dalam sistem pengeringan.



Gambar 8. Grafik Distribusi Suhu

Selanjutnya proses pengeringan rak di isi dengan cabai sebagai bahan uji. Sebelum dikeringkan cabai di timbang massanya menggunakan timbangan digital untuk pengambilan data kapasitas pengeringan tiap rak. Uji coba pertama menggunakan kapasitas massa 50 gram, 100 gram, 150 gram di tiap raknya dengan lama pengeringan selama 30 menit dengan kecepatan blower yang bervariasi maksimal, menengah dan paling rendah dengan pengukuran perputaran blower menggunakan alat *tachometer*. Kemudian mengukur aliran udara panas yang keluar dari tungku pembakaran melewati *blower* sampai dengan aliran udara keluar ke *ventilator*.

Hasil pengukuran perputaran kecepatan blower pada saat menyala maksimal ditemukan pada kecepatan 6000 Rpm, pada kecepatan menengah ditemukan 4000 Rpm dan pada kecepatan paling rendah hasil pengukuran rata – rata 2000 Rpm.

Tabel 2. Hasil Pengambilan Data Pengujian

Temperatur °C	Kec.blower Rpm	Kec. Angin m/s	Luas penampang cm ²	Berat Awal gram	Berat Akhir Spesimen			Rata - Rata gram
					1	2	3	
80	2000	2,2	144	50,00	31	33	36	33,33
80	4000	3,1	144	50,00	30	32	34	32,00
80	6000	4,6	144	50,00	27	31	35	31,00
80	2000	2,2	144	100,00	66	70	74	70,00
80	4000	3,1	144	100,00	56	64	71	63,67
80	6000	4,6	144	100,00	47	56	67	56,67
80	2000	2,2	144	150,00	118	123	127	122,67
80	4000	3,1	144	150,00	110	118	125	117,67
80	6000	4,6	144	150,00	106	116	123	115,00

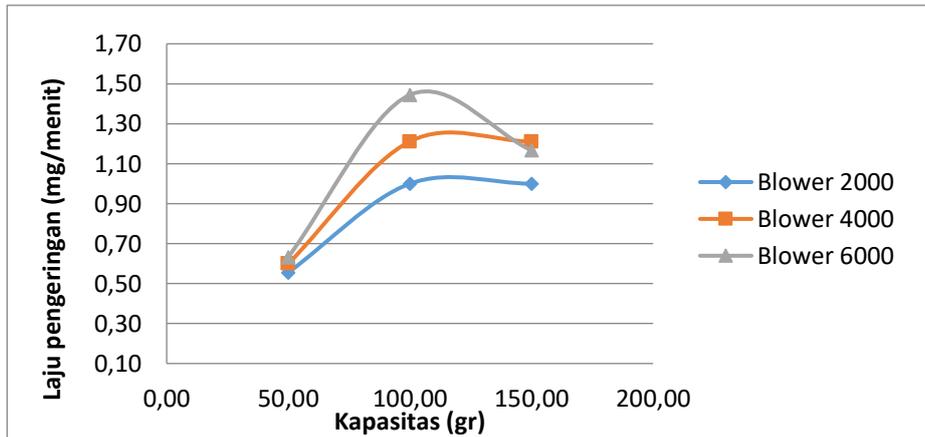
Dari tabel hasil pengambilan data diatas menunjukkan bahwa proses pengeringan pada sistem di bagian rak 1 lebih mengalami proses pengeringan yang maksimal dikarenakan tepat di bagian atas tatanan sehingga udara panas yang masuk dari bawah pasti melaju ke atas karena tertipu oleh *blower* dari bawah, juga kecepatan blower yang di variasikan pada kapasitas skala penelitian ini sangat mempengaruhi hasil pengeringan dengan kecepatan *blower* pada kecepatan 6000 Rpm lebih membuat spesimen lebih kering karena aliran udara panas yang masuk lebih banyak dan cepat daripada kecepatan blower 4000 Rpm dan 2000 Rpm [10].

Dari pengambilan data yang telah dilakukan, maka di dapatkan hasil temperatur, massa akhir setelah pengeringan dari variasi kecepatan *blower* dan kapasitas skala pengujian kemudian melakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil pengolahan data pengujian debit udara, laju pengeringan, kalor pengeringan dan efisiensi laju pengeringan pada sistem yang dirancang.

Tabel 3. Data Perhitungan Pengujian

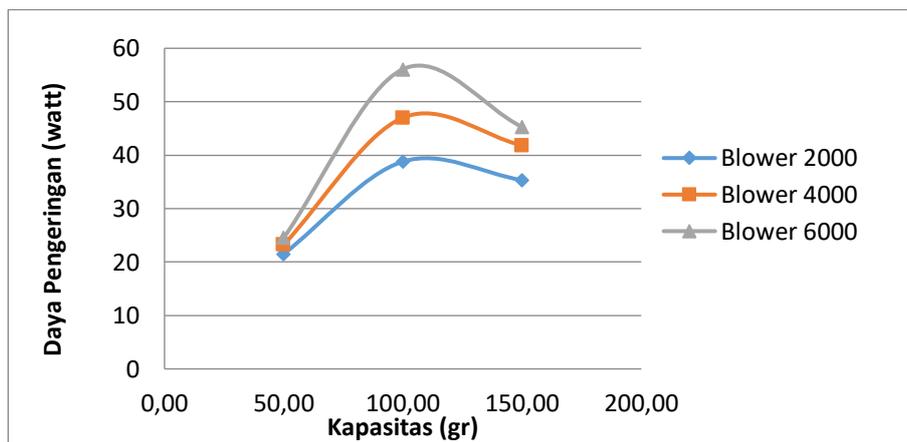
temperatur °C	kec.blower Rpm	kec. Angin m/s	Luas penampang cm ²	Berat Awal gram	Berat Akhir			Rata - rata gram	Perubahan Berat gram	Perubahan berat/ Berat awal	Jumlah bahan bakar gram	waktu s	Debit Udara L/s	Laju pengeringan gr/menit	Q pengeringan joule	Daya Pengeringan Watt	Energi joule	efisiensi Persen
					1	2	3											
80	2000	2,2	144	50,00	31	33	36	33,33	16,7	0,3	330	1800	32	0,56	38900	22	525030	7,4%
80	4000	3,1	144	50,00	30	32	34	32,00	18,0	0,4	330	1800	45	0,60	42012	23	525030	8,0%
80	6000	4,6	144	50,00	27	31	35	31,00	19,0	0,4	330	1800	66	0,63	44346	25	525030	8,4%
80	2000	2,2	144	100,00	66	70	74	70,00	30,0	0,3	330	1800	32	1,00	70020	39	525030	13,3%
80	4000	3,1	144	100,00	56	64	71	63,67	36,3	0,4	330	1800	45	1,21	84802	47	525030	16,2%
80	6000	4,6	144	100,00	47	56	67	56,67	43,3	0,4	330	1800	66	1,44	101140	56	525030	19,3%
80	2000	2,2	144	150,00	118	123	127	122,67	27,3	0,2	330	1800	32	0,91	63796	35	525030	12,2%
80	4000	3,1	144	150,00	110	118	125	117,67	32,3	0,2	330	1800	45	1,08	75466	42	525030	14,4%
80	6000	4,6	144	150,00	106	116	123	115,00	35,0	0,2	330	1800	66	1,17	81690	45	525030	15,6%

Dari hasil perhitungan diatas dapat membuat analisa dalam bentuk grafik, dalam grafik ini memperlihatkan bagaimana laju pengeringan paling tinggi terdapat pada pengujian kecepatan *blower* 6000 Rpm dengan kapasitas 100 gram, sedangkan yang terendah terjadi pada pengujian kecepatan *blower* 2000 Rpm dengan kapasitas pada rak 50 gram. Dapat disimpulkan maka dari kecepatan blower semakin besar maka akan mengakibatkan laju pengeringan pada kapasitas pengeringan cabai lebih besar dan membuat spesimen uji lebih cepat kering dengan maksimal dengan waktu yang sama 30 menit.



Gambar 9. Grafik Laju Pengerangan Pada variasi Kapasitas

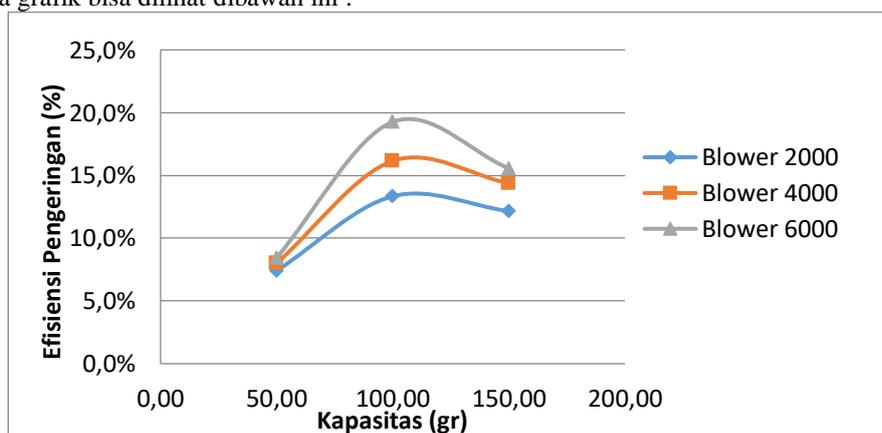
Dari hasil perhitungan diatas dari daya pengerangan didapat grafik yang memperlihatkan bahwa daya pengerangan paling tinggi pada kecepatan *blower* 6000 Rpm dengan kapasitas pengerangan 100 gram, sedangkan yang terendah pada kecepatan *blower* 2000 Rpm dengan kapasitas 50 gram. Dengan hasil grafik bisa dilihat di bawah ini:



Gambar 10. Grafik Daya Pengerangan Pada Variasi Kapasitas

Dapat disimpulkan bahwa daya pengerangan dengan kecepatan *blower* 6000 Rpm dengan kapasitas 100 gram memperoleh nilai daya pengerangan hingga 56 watt dikarenakan kecepatan *blower* semakin tinggi semakin menghabiskan energi paling besar, dibanding dengan variasi *blower* 2000 Rpm dengan kapasitas 50 gram yang membutuhkan energi sedikit untuk daya pengerangannya.

Hasil dari pengambilan analisa data efisiensi terhadap variasi kapasitas pengerangan cabai diperoleh hasil yang signifikan yaitu efisiensi energi paling tinggi pada variasi kecepatan *blower* 6000 Rpm dengan variasi kapasitas 100 gram, sedangkan hasil analisa data efisiensi terendah pada kecepatan *blower* 2000 Rpm dengan kapasitas pengerangan 50 gram. Analisa grafik bisa dilihat dibawah ini :



Gambar 11. Grafik Efisiensi Pengerangan Pada Variasi Kapasitas Cabai

Dari kesimpulan hasil analisa data grafik diatas, efisiensi paling tinggi terlihat pada variasi kecepatan *blower* 6000 Rpm dengan kapasitas 100 gram dikarenakan menghabiskan daya pengeringan yang besar sehingga mendapatkan nilai efisiensi tinggi sekitar 17 % dengan berbanding jauh efisiensi terendah yaitu 6,5 % pada variasi kecepatan *blower* 2000 Rpm dengan kapasitas 50 gram.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dan diuraikan pada bab IV dengan mengacu pada perumusan masalah, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut, berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pembuatan *cabinet dryer* untuk mengeringkan cabai telah berhasil dibuat dan dianalisa. Dari hasil pengujian performa alat bahwa dengan variasi pengujian kecepatan *blower* 6000 Rpm, 4000 Rpm, 2000 Rpm dan variasi kapasitas skala pengujian 50 gram, 100 gram, 150 gram memperoleh hasil laju pengeringan tertinggi $1,44 \text{ mg}/\text{min}$ dari hasil kecepatan *blower* 6000 Rpm dengan kapasitas pengujian 100 gram pada posisi rak 1 dengan perubahan berat sampai 43,3 gram dikarenakan uap panas dari tungku pembakaran arang di tiup keluar ke posisi atas yakni keluarnya *ventilator* yang berdekatan dengan rak 1 oleh *blower*. Sedangkan nilai laju pengeringan terkecil memperoleh hasil $0,56 \text{ mg}/\text{min}$ dari hasil pengujian variasi kecepatan *blower* 2000 Rpm dengan kapasitas 50 gram. Dikarenakan semakin kecil kecepatan *blower* semakin kecil pengaruhnya terhadap laju pengeringan. Dari hasil penelitian data daya pengeringan bisa disimpulkan pada kecepatan *blower* 6000 Rpm memakan banyak daya pengeringan, pada kapasitas 100 gram memperoleh nilai paling tinggi 56 watt, dikarenakan *blower* berputar dengan intens pada kecepatan maksimalnya. Nilai efisiensi dari perancangan sistem pengering meliputi energi yang dibutuhkan dan hasil pengeringan yang telah dihasilkan maka data hasil penelitian menunjukkan angka yang signifikan mencapai 6,5 % untuk proses pengeringan dengan kapasitas 50 gram dengan kecepatan *blower* paling rendah 2000 Rpm, serta nilai efisiensi yang tinggi mencapai 17% dari kecepatan *blower* maksimal 6000 Rpm. Hal tersebut dikarenakan kapasitas sangat mempengaruhi efisiensi sistem pengeringan yang di variasikan dengan kecepatan *blower*.

REFERENSI

- [1] J. B. R. Tarigan, "RANCANG BANGUN ALAT PENGERING DAN PENGGILING CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.)," 2020, [Online]. Available: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/27304>.
- [2] M. Jamilah, Kadirman, and R. Fadilah, "Test quality of cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powder based on stack weight and long drying using cabinet dryer," *J. Pendidik. Teknol. Pertan.*, vol. 5, no. 1, pp. 98–107, 2019.
- [3] M. Taufiq, "Proses perpindahan massa, yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke udara," *Surakarta Univ. Sebel. Maret*, vol. 90, pp. 6–9, 2004, [Online]. Available: <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/5568/MTYxMzY=/Pengaruh-temperatur-terhadap-laju-pengeringan-jagung-pada-pengering-konvensional-dan-fluidized-bed-abstrak.pdf>.
- [4] Haris, N. Haq, and R. Kaltsum, "Rancang Bangun Mesin Pengering Rumput Laut Sistem Rotary dryer Dengan Menggunakan Tungku Pembakaran," 2021.
- [5] J. Mechanical, D. Teknik, M. Universitas, and M. Metro, "Karakteristik alat pengering padi skala lab dengan menggunakan bahan bakar sekam padi," vol. 2, pp. 22–26, 2011.
- [6] H. Mursyid, "Pengaruh Suhu Pemanasan Dan Debit Udara Terhadap Nilai Rh (Relative Humidity) Pada Pengujian Mesin Pengering Tipe Rak," 2018.
- [7] A. Intang and Darmansyah, "Pengeringan Pada Mesin Pengering Berbahan Bakar Gas Dengan Variabel Temperatur Lingkungan," *Teknik*, vol. 4, no. 1, pp. 34–38, 2018.
- [8] H. K. Wardana, "Design of Temperature Measurement System on The Drying Process of Madura Tobacco Leaves," *IPTEK J. Proc. Ser.*, vol. 2, no. 1, pp. 159–160, 2016, doi: 10.12962/j23546026.y2015i1.1158.
- [9] R. Bangun and S. Pengukuran, *Temperatur Pada Proses Pengeringan Design of Temperature Measurement System on the Process of Drying Madura*. 2015.
- [10] Taufiq, "PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP LAJU PENGERINGAN JAGUNG PADA PENGERING KONVENSIONAL DAN FLUIDIZED BED Skripsi Disusun dan Diajukan untuk Melengkapi Tugas dan Syarat-syarat Guna Memperoleh Derajat Sarjana Pada Fakultas Teknik," *Univ. Sebel. Maret*, 2004.