

MOTORBIKE BODY PAINT DRYING OVEN DESIGN

Desain Oven Pengering Cat Body Pada Sepeda Motor

Fadli¹, Hengky A. Toumahuw¹, Ishak Aryanto¹, Disabella Dayera^{1✉}

¹. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Papua, Kota Sorong, Papua Barat Daya, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 03-01-2024

Direvisi : 09-02-2024

Diterima : 11-03-2024

Kata Kunci:

Body Motor, Oven pengering, Temperatur, Otomotif

Keywords :

Motor Body, drying oven, Temperature, Automotive

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang otomotif juga terus berkembang, oleh karena hal tersebut maka setiap orang yang mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang otomotif juga harus meningkatkan kemampuan dan keahliannya di bidang otomotif. Dalam dunia pendidikan khususnya pendidikan otomotif baik sekolah maupun perguruan tinggi sangat dituntut untuk mengikuti perkembangan berbagai macam ilmu dan teknologi di bidang otomotif, termasuk ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang body repair dan pengecatan. Lokasi penelitian dan pada saat penelitian dilakukan di Jl. Basuki Rahmat Km 9.5, Kota Sorong. Kajian tentang "Perancangan Oven Pengering Cat Badan Sepeda Motor" dilakukan selama ± 1 bulan dengan menggunakan metode observasi lapangan. Tahapan dalam penelitian ini dimulai dari perancangan alat, pembuatan hingga pengujian alat. Suhu awal 28°C dan tertinggi 70°C dari 28°C - 60°C membutuhkan waktu ± 4 menit 16 detik, suhu 60°C - 65°C membutuhkan waktu ± 1 menit 02 detik, dan suhu 65°C - 70°C membutuhkan waktu ± 1 menit 18 detik, sehingga dari suhu awal 28°C - 70°C dibutuhkan waktu ± 06 menit 37 detik. Sehingga total waktu yang dibutuhkan dari 28°C sampai 70°C ± 06 menit 37 detik, sedangkan temperatur yang digunakan untuk pengeringan berkisar antara $\pm 60^{\circ}\text{C}$ - 70°C .

ABSTRACT

The development of science and technology in the automotive sector also continues to grow, as a result of this matter, it is imperative that everyone who studies science and technology in the automotive field must also improve their abilities and expertise in the automotive field. In the world of education, especially automotive education, both schools and colleges are highly required to follow the development of various kinds of science and technology in the automotive field, including science and technology in body repair and painting. This research is located and when the research was conducted on Jl. Basuki Rahmat Km 9.5, Sorong City. The study of "Body Paint Drying Oven Design for Motorcycles" was carried out for ± 1 month using the field observation method. The stages in this research start from tool design, manufacture and up to tool testing. The initial temperature is at 28°C and the highest is 70°C from 28°C - 60°C takes ± 4 minutes 16 seconds, temperatures 60°C - 65°C takes ± 1 minute 02 seconds, and temperatures are 65°C - 70°C takes ± 1 minute 18 seconds, so from an initial temperature of 28°C - 70°C it takes ± 06 minutes 37 seconds. So that the total time needed from 28°C to 70°C ± 06 minutes 37 seconds, while the temperature used for drying ranges from $\pm 60^{\circ}\text{C}$ - 70°C .

Corresponding Author :

Disabella Dayera

Teknik Mesin, Teknik, Universitas Kristen Papua

Jl. F. Kalasuat, Malanu, Kota Sorong

Email: disabella.dayera@ukip.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu dan teknologi di bidang otomotif juga semakin berkembang, dampak dari hal ini adalah mengharuskan setiap individu yang mendalami ilmu dan teknologi dibidang otomotif juga harus meningkatkan penguasaan dan keterampilan (*skill*) pada bidang otomotif. Dalam dunia pendidikan khususnya pendidikan otomotif baik sekolah maupun perguruan tinggi sangat dituntut untuk mengikuti perkembangan berbagai macam ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang otomotif, termasuk ilmu dan teknologi pada perbaikan bodi dan pengecatan. Teknologi pengecatan saat ini mengalami perkembangan yang sangat signifikan khususnya pada proses pengecatan menggunakan *spray booth* hal ini terjadi untuk meningkatkan kualitas maupun kuantitas hasil pengecatan. Dalam memperoleh hasil pengecatan yang sempurna harus didukung oleh bahan cat yang berkualitas, tenaga ahli, peralatan dan fasilitas Oven yang memenuhi syarat. namun hal ini tersebut tidak berlaku pada seluruh proses pengecatan seperti yang telah saya amati pada proses pengecatan di laboratorium pengecatan. Pengecatan terdapat salah satu proses yang kurang efisien dan efektif yaitu proses pengeringan. Pada proses pengeringan yang telah dilakukan masih menggunakan panas matahari sebagai media pengering yang mempunyai banyak kekurangan seperti cuaca yang dapat berubah dan juga tempat pengeringan tidak steril dari debu

Oven adalah sebuah peralatan berupa ruang termal terisolasi yang digunakan untuk pemanasan, pemanggangan (*baking*) atau pengeringan suatu bahan, dan umumnya digunakan untuk memasak. Tungku pembakaran dan tanur adalah oven-oven khusus, yang masing-masing digunakan untuk tembikar dan pengolahan logam. Oven dibutuhkan untuk hasil pengecatan yang bebas debu, kotoran dan segala cuaca, sehingga menghemat waktu pengerjaan. Garis besar dari sistem oven sendiri adalah *air flow* (perputaran udara) dan kebersihan. (Mochammad Nugroho, 2021)

Fungsi Oven

Fungsi dari Oven Pengering Cat yaitu :

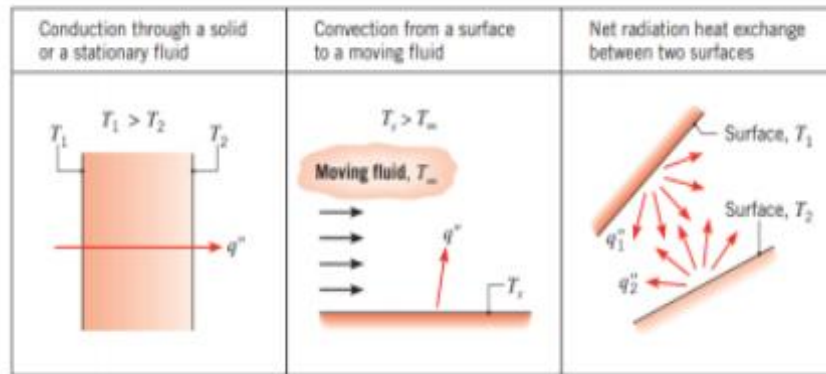
1. Untuk mengeringkan alat-alat sebelum digunakan dan untuk mengeringkan bahan yang dalam keadaan basah.
2. Untuk sterilisasi dengan menggunakan udara kering. Alat sterilisasi ini dipakai untuk mensterilkan alat-alat gelas seperti Erlenmeyer, Petridisk (cawan petri), tabung reaksi dan gelas lainnya. Bahan-bahan seperti kapas, kain dan kertas juga dapat disterilkan dalam oven tetapi dalam temperatur tertentu, pada umumnya temperatur yang digunakan pada sterilisasi cara kering adalah sekitar 140°C-170°C selama paling sedikit 2 jam. Perlu diperhatikan bahwa lamanya sterilisasi tergantung pada jumlah alat disterilkan dan ketahanan alat terhadap panas. (Prasetyo, 2007)

Pengertian Perpindahan Panas

Perpindahan panas dapat terjadinya ketika ada perbedaan temperatur antara 2 (atau lebih) tempat atau benda atau zat. (Utami and Azhar, 2017) Di mana, perpindahan panas ini terjadi dari media yang memiliki temperatur tinggi menuju ke media yang bertemperatur rendah. (Santoso, 2017) Mekanisme terjadinya proses dan medium perpindahan panas tersebut, di bagi menjadi tiga macam, yaitu ([gambar 1](#)):

1. Konduksi
2. Konveksi

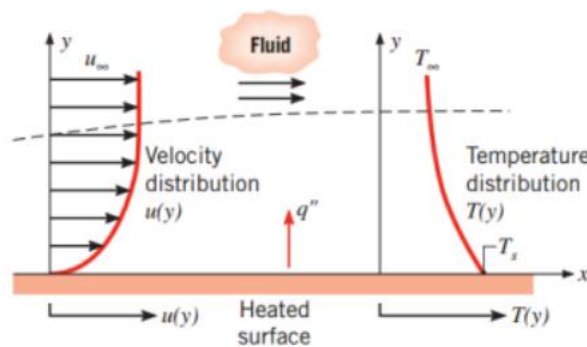
3. Radiasi



Gambar 1. Perpindahan panas konduksi, konveksi dan Reduksi (Bergman, 2011)

Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi didukung oleh gerakan acak molekuler dan gerakan makroskopik dari fluida diantara permukaan dan lapisan batas. (Bawa Susana and Alit, 2020) Kontribusi dari gerak acak molekuler (diffusi) biasanya lebih dominan di daerah dekat dengan permukaan padat dimana pada daerah tersebut kecepatan aliran makroskopiknya nol. Jadi pada daerah tersebut ($y=0$) panas dipindahkan melalui mekanisme gerak acak molekuler. Kontribusi dari gerakan makroskopik fluida, dimulai pada daerah dimana sudah terjadi pertumbuhan lapisan batas, yang artinya kecepatan aliran fluida (kearah sumbu x) meningkat sedikit lebih besar dari nol. (Santoso, 2017)



Gambar 1. Distribusi kecepatan dan distribusi temperatur (Sarsetiyanto and Soedjono, 2006)

Laju perpindahan panas konveksi dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$q_c = h \cdot A_s \cdot (T_{awal} - T_{akhir}) \tag{1}$$

Dimana :

- q_c = Laju perpindahan panas konveksi (W)
- h = Konfisien perpindahan panas konveksi ($W/m^2 \cdot K$)
- A_s = Luas permukaan perpindahan panas (m^2)
- $T(awal)$ = Temperatur awal (K)
- $T(akhir)$ = Temperatur akhir (K)

Laju perpindahan panas konveksi dicari dengan hukum pendinginan Newton, yaitu :

$$q = h \cdot A \cdot (T_{awal} - T_{akhir}) \tag{2}$$

Dimana:

q = Laju perpindahan panas konveksi, (W)

h = Koefisien perpindahan panas konveksi, ($W/m^2.K$)

$T(\text{awal})$ = Temperatur permukaan, ($^{\circ}C$)

$T(\text{akhir})$ = Temperatur fluida, ($^{\circ}C$)

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang diperlukan antara lain:

1. Trafo las
2. Gerinda Listrik
3. Bor Listrik
4. Gergaji
5. Convex scale / Meteran
6. Mini Gerinda
7. Obeng
8. Siku Penggaris

B. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu :

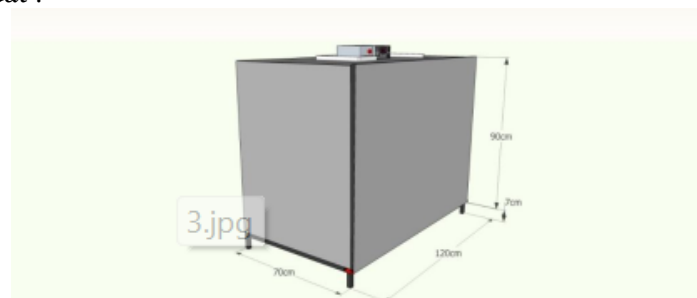
1. Prosedur Perancangan

Adapun prosedur perancangan desain ruang pada Desain Oven Pengering Cat Bodi Sepeda Motor adalah pembuatan desain ruang dalam pembuatan desain rangka, penulis menggunakan *software sketchup profesinoal 2014* sebagai penunjang pembuatan gambar atau desainnya. Pembuatan ruang dalam hal ini setelah melakukan perancangan desain dan analisa kekuatan pada ruang untuk menahan dan mengalirkan panas dengan baik langkah selanjutnya adalah meralisasikan desain, bahan dalam bentuk yang sesungguhnya.

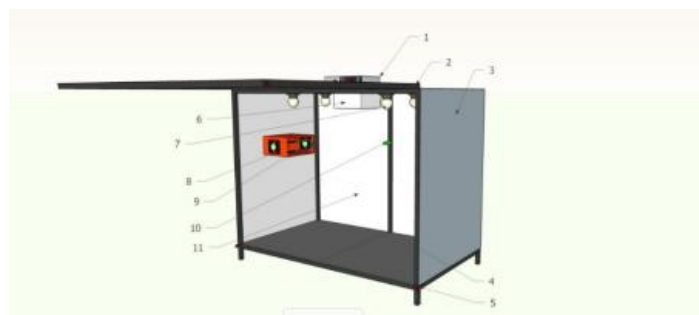
2. Tahap Desain Alat Oven Pengering

a. Dimensi Alat

Didalam tahap ini dilakukan desain meliputi dimensi alat dan analisis kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan. Berikut desain alat yang akan dibuat :



Gambar 3. Tampak keseluruhan rancangan Desain Oven Pengering Cat



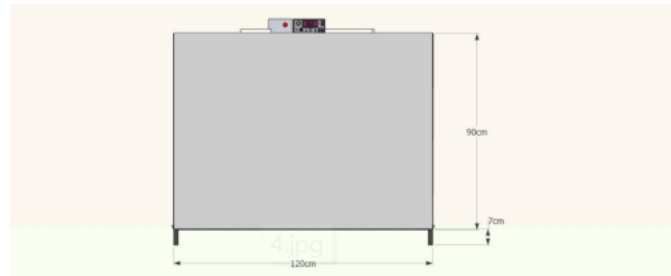
Gambar 4. Tampak dalam Desain Oven Pengering Cat

Tabel 1. Keterangan Desain Alat

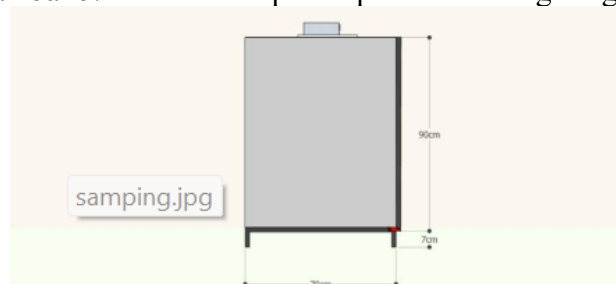
No	Keterangan nama Desain Oven Pengering Cat Bodi Sepeda Motor
1	Box control panel
2	Wiring / pengkabelan
3	Tripleks 7 mm
4	Kerangka oven (Besi Holow 3x3)
5	Pengunci pintu oven
6	Heater infra red
7	Bohlam lampu spot 40 w
8	Fan
9	Heater Tubular
10	Temperatur sensor
11	Seng plat

Pada [gambar 3](#) dan [4](#) menunjukkan rancangan Desain Oven Pengering Cat. Maka pembahasan yang dilakukan terdapat pada desain dan didalam ruang Desain Oven Pengering Cat yang terdapat perpindahan panas di dalamnya. Adapun tujuan Desain ruang pada Desain Oven Pengering Cat ini adalah :

- 1) Temperatur rata-rata yang ruang Desain Oven di tentukan setelah pengujian alat.
- 2) Waktu yang dipengeringan ditentukan setelah pengujian alat.



Gambar 5. Ukuran Tampak depan Oven Pengering Cat



Gambar 6. Ukuran Tampak samping dari Oven Pengering Cat

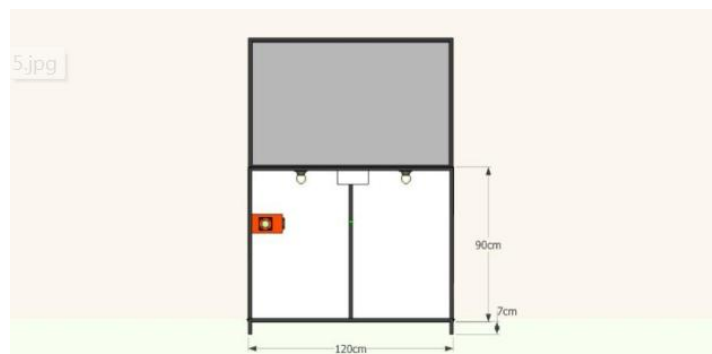
b. **Desain Ruang Oven Pengering Cat**

Desain ruang oven pengering cat ini mempunyai luasan serta ruang yang efektif dan efisien agar dapat memuat komponen sepeda motor, lihat gambar 7.



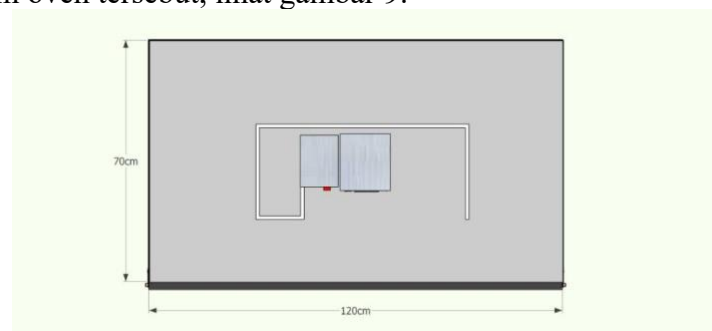
Gambar 7. Ukuran Ruang Desain Oven Pengering Cat

Disini pemanasan yang digunakan adalah jenis pemanasan berbentuk plat heater untuk pemanasan ini diharapkan pemanas mempunyai diameter yang sesuai untuk memenuhi dimensi ruang pada Desain Oven Pengering Cat, lihat gambar 8.



Gambar 8. Penempatan Bohlam lampu pemanas, heater, dan fan

Pada box panel thermostat ini gunanya untuk meyalakan dan mematikan sistem pemanas pada oven pengering ini, dan juga sebagai pengontrol suhu didalam oven tersebut, lihat gambar 9.



Gambar 9. Box Panel thermostat

3. Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pengujian alat Sistem Pemanas Pada Rancangan Desain Oven Pengering Cat pada Sepeda Motor ini, dapat dilakukan dengan beberapa prosedur sebagai berikut :

a. Persiapan

- 1) Persiapkan alat-alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian.
- 2) Siapkan sumber arus listrik.
- 3) Menyiapkan catatan untuk hasil pengujian alat yang telah dilakukan
- 4) Kamera Hp untuk dokumentasi proses pengujian alat.

b. Pengujian Desain Oven

- 1) Meng-ON kan saklar pada panen kontrol.
- 2) Mengatur suhu pemberi panas dengan cara menekan tombol pada digital temperatur control.
- 3) Menunggu beberapa menit hingga suhu pemberi panas mencapai suhu yang diinginkan.
- 4) Menyalakan oven terlebih dahulu dengan menghubungkan pada sumber listrik.
- 5) Melakukan pemeriksaan pada sistem pemanas apakah sudah siap untuk digunakan.
- 6) Posisikan digital temperatur control pada suhu 65.5°C
- 7) Mengamati waktu yang digunakan pada proses pengeringan pada suhu 60°C dan 65.5°C .
- 8) Mencatat hasil dari pengamatan yang telah dilakukan.
- 9) Lepas kabel dari yang terhubung dengan arus listrik.

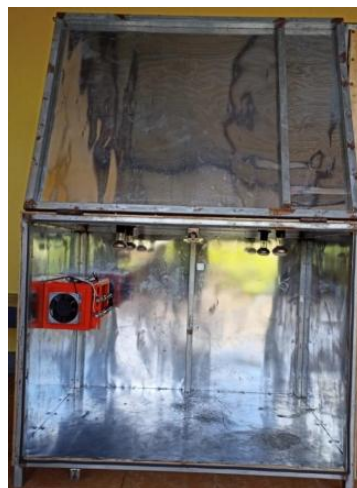
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Desain Oven Pengering

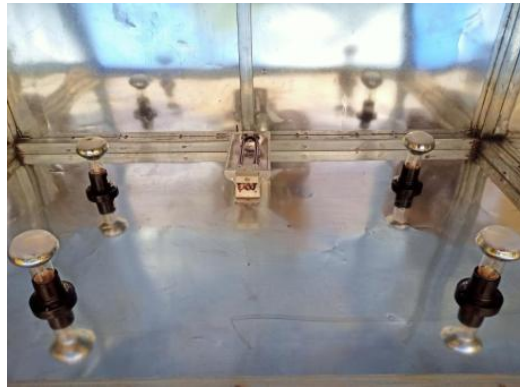
Perancangan desain oven pengering cat bodi pada sepeda motor sebagai berikut gambar 10 dan gambar 11:



Gambar 10. (a) Tampak Depan Oven (b) Tampak Samping Oven



Gambar 11. Hasil Rancang Isi Dalam Oven



Gambar 12. Tampak Bohlam Lampu dan Heater



Gambar 13 . Tampak module heater jenis tubular dengan 2 buah kipas

B. Hasil Pengujian Alat Desain Oven Pengering Cat Bodi pada Sepeda Motor

Waktu yang dibutuhkan pemanas untuk mencapai panas yang diinginkan dimulai dari temperatur 28°C-60°C membutuhkan waktu selama ± 4 menit 16 detik, temperatur 60°C-65°C membutuhkan waktu ± 1 menit 02 detik, dan temperatur 65°C-70°C membutuhkan waktu ± 1 menit 18 detik, jadi dari suhu awal 28°C-70°C membutuhkan waktu ± 06 menit 37 detik. Hasil dari pengeringan menggunakan *Desain Oven Pengering Cat Bodi pada Sepeda Motor* ini lebih keras, tidak lengket saat ditekan maupung dipegang, lebih mengkilap warna hasil cat.

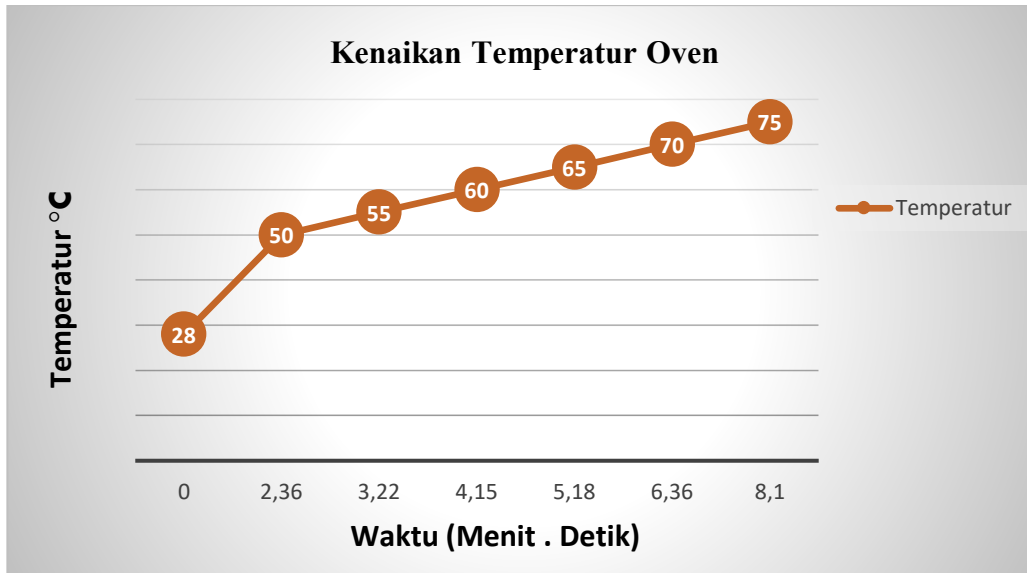


Gambar 2. Pengujian Oven dimulai dari 28°C Angka awal Suhu Temperatur Berikut hasil pengujian kenaikan temperatur Oven yang dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 1. Kenaikan Temperatur Oven Pengering Cat Bodi Pada Sepeda Motor

No	Temperatur °C	Waktu (Menit. Detik)
----	---------------	------------------------

1	28	0.00
2	50	2.36
3	55	3.22
4	60	4.15
5	65	5.18
6	70	6.36
7	75	8.10



Gambar 153. Grafik kenaikan temperatur pada Desain Oven Pengering Cat pada Sepeda Motor

C. Data Hasil Perhitungan dan Pembahasan

Perpindahan panas yang terjadi antara permukaan padat dengan fluida yang mengalir disekitarnya, dengan menggunakan media penghantar berupa fluida (cairan/gas). Suatu fluida memiliki temperatur (T) yang bergerak dengan kecepatan (V), diatas permukaan benda padat. Temperatur media padat lebih tinggi dari temperatur fluida, maka akan terjadi perpindahan panas secara konveksi dari benda padat ke fluida yang mengalir.

1. Beban Panas

Dasar Hukum Newton :

$$q_c = h \cdot A_s \cdot (T(awal) - T(akhir)) \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

- q_c = Laju perpindahan panas konveksi (W)
- h = Konfisien perpindahan panas konveksi (W/m².K)
- A_s = Luas permukaan perpindahan panas (m²)
- T(awal) = Temperatur awal (K)
- T(akhir) = Temperatur akhir (K)

Diketahui :

- Suhu oven = 60°C = 333,15°K
- Luas permukaan = 84 m²
- Dimana :
- h = 0,906
- A_s = 84 m²
- T(awal) = 28°C = 301, 15°K
- T(akhir) = 60°C = 333,15°K

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}qc &= h \cdot As \cdot (T(\text{awal}) - T(\text{akhir})) \\ &= 0,906 \cdot 84 \cdot (301,15 - 333,15) \\ &= 76,1 \cdot (-32) \\ &= 2435 \text{ W}\end{aligned}$$

Jadi nilai qc adalah 2345 W untuk 60°C

Diketahui :

Suhu Oven = 65°C = 338, 15°K
Luas permukaan = 84 m²

Dimana :

h = 0,906
As = 84 m²
T(awal) = 28°C = 301,15°K
T(akhir) = 65°C = 338,15°K

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}qc &= h \cdot As \cdot (T(\text{awal}) - T(\text{akhir})) \\ &= 0,906 \cdot 84 \cdot (301,15 - 338,15) \\ &= 76,1 \cdot (-37) \\ &= 2815 \text{ W}\end{aligned}$$

Jadi nilai qc adalah 2815 W untuk 65°C

Diketahui:

Suhu Oven = 70°C = 343, 15°K
Luas permukaan = 84 m²

Dimana :

h = 0,906
As = 84 m²
T(awal) = 28°C = 301,15°K
T(akhir) = 70°C = 343,15°K

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}qc &= h \cdot As \cdot (T(\text{awal}) - T(\text{akhir})) \\ &= 0,906 \cdot 84 \text{m}^2 \cdot (28-70) \\ &= 76,1 \cdot (-42) \\ &= 3196 \text{ W}\end{aligned}$$

Jadi nilai qc adalah 3196 W untuk 70°C

2. Laju Pengeringan pada Cat di Bodi Sepeda Motor

Rumus :

$$Q = m \cdot cp \cdot \Delta T$$

Q = Kalor (J)

m = Massa (kg)

cp = Kalor jenis (J/kg°C)

ΔT = Temperatur akhir - Temperatur awal

Diketahui:

m = 0.25 kg
cp = 1.000 J/kg°C
ΔT = 70-28 = 42°C

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}Q &= m \cdot cp \cdot \Delta T \\ &= 0,25 \text{kg} \cdot 1000 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 42^\circ\text{C} \\ &= 10,5 \text{ J/s}\end{aligned}$$

Jadi kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan cat adalah 10,5 J/s

Diketahui:

$m = 0.25 \text{ kg}$
 $c_p = 1.000 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
 $\Delta T = 65-28 = 37^\circ\text{C}$

Penyelesaian :

$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$
 $= 0.25 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 37^\circ\text{C}$
 $= 9.25 \text{ J/s}$

Jadi kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan cat adalah 9.25 J/s

Diketahui:

$m = 0.25 \text{ kg}$
 $c_p = 1.000 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
 $\Delta T = 60-28 = 32^\circ\text{C}$

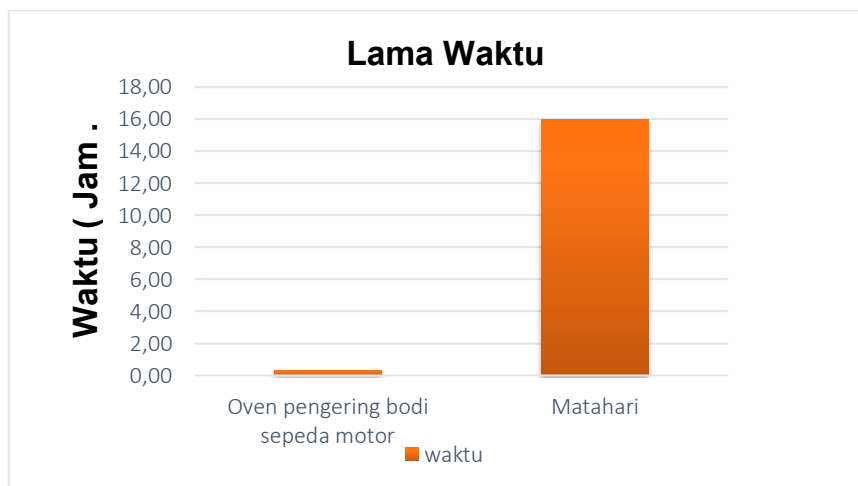
Penyelesaian :

$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$
 $= 0.25 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot 32^\circ\text{C}$
 $= 8 \text{ J/s}$

Jadi kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan cat adalah 8 J/s

D. Efisiensi Desain Oven Pengering Cat Bodi pada Sepeda Motor

Efisiensi oven pengering cat bodi sepeda motor dapat dilihat dari lama waktu yang digunakan saat pemanasan sehingga cat dapat kering dengan sempurna sesuai dari data pengamatan yang diperoleh, dapat dilihat dari grafik berikut:



Gambar 164. Grafik Lama Waktu Pengeringan dari Desain Oven Pengering Cat pada Sepeda Motor

Berdasarkan hasil yang di tunjukkan grafik Gambar 16, dapat dilihat bahwa pengeringan dengan menggunakan oven pengering cat bodi pada sepeda motor ini membutuhkan waktu yang sangat singkat sehingga dapat menghemat waktu yang begitu banyak. Efisiensi oven dapat juga diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$\frac{t_m - t_{op}}{t_m} \times 100\%$$

Keterangan

t_{op} = Waktu pengeringan dengan oven pengering cat pada sepeda motor

t_m = Waktu pengeringan dengan panas Matahari

$t_{op} = 30 \text{ menit} = 0.5 \text{ jam}$

$$\begin{aligned} t_m &= 16 \text{ jam} \\ &= \frac{16-0.5}{16} \times 100\% \\ &= 96.87\% \end{aligned}$$

Jadi efisiensi dari oven pengering ini yaitu 96.87 %

E. Analisis Data

Analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif kuantitatif adalah suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, suatu pemikiran, ataupun kelas peristiwa masa sekarang. Tujuan dari metode deskriptif kuantitatif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat, atau hubungan antar fenomena mesin uji. Data yang dihasilkan kemudian ditabulasikan dan digambarkan. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami dan dipresentasikan, yang pada intinya sebagai upaya mencari jawaban atas permasalahan yang diteliti.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan dari perencanaan sistem pemanas pada Desain Oven Pengering Cat sebagai media pratikum pengecatan, maka dapat disimpulkan poin-poin penting sebagai berikut:

1. Perencanaan desain pemanas dibuat bertujuan agar sistem pemanas pada desain oven pengering cat bodi pada sepeda motor terlihat baik dari fungsi serta performa sistem pemanas. Sistem pemanas ini mempunyai 2 fan untuk mensirkulasikan udara panas didalam ruangan desain oven pengering cat, untuk meningkatkan performa pada ruangan sistem pemanas digunakan peredam panas agar panas yang dihasilkan bisa optimum.
2. Perencanaan pemanas pada desain oven pengering cat ini dapat mempercepat waktu pengeringan pada proses pengecatan. Temperatur awal berada disuhu 28°C dan tertinggi 70°C dari 28°C ke 60°C membutuhkan waktu 4 menit 16 detik, 60°C ke 65°C sekitar 1 menit 02 detik, dan 65°C ke 70°C sekitar 1 menit 18 detik. Sehingga total waktu yang dibutuhkan dari 28°C ke 70°C ± 06 menit 37 detik, sedangkan temperatur yang digunakan untuk pengeringan berkisar ±60°C-70°C.

REFERENSI

- Bawa Susana, I.G. and Alit, I.B. (2020) 'Buku Ajar Perpindahan Panas Konveksi'. Mataram University Press.
- Bergman, T.L. (2011) *Fundamentals of heat and mass transfer*. John Wiley & Sons.
- Mochammad Nugroho, J. (2021) 'Pembuatan Oven Pengering Cabai'. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Prasetio, H. (2007) 'Desain ruang pengeringan cat mobil dengan menggunakan energi radiasi matahari'. Petra Christian University.
- Santoso, D.A. (2017) 'Analisis Koefisien Perpindahan Panas Konveksi dan Distribusi Temperatur Aliran Fluida pada Heat Exchanger Counterflow Menggunakan Solidworks', *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 16(2), pp. 161-166.
- Sarsetiyanto, J. and Soedjono, D.M.E. (2006) 'Pengaruh Posisi Difuser dan Variasi Kecepatan Udara Masuk terhadap Distribusi Temperatur Ruang Terkondisi Sebuah Studi Numerik', *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1), pp. 1-7.
- Utami, H. and Azhar, A. (2017) 'Buku Ajar Transfer Massa dan Panas'. Tekkim Publishing.