

## PERENCANAAN SISTEM PEMANAS PADA RANCANG BANGUN *MICRO OVEN* SEBAGAI MEDIA PRAKTIKUM PENGECATAN

**Basri Tri Hartono**

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: [basrihartono@mhs.unesa.ac.id](mailto:basrihartono@mhs.unesa.ac.id)

**Ir. Dwi Heru Sutjahjo, M.T.**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: [dwiheru@unesa.ac.id](mailto:dwiheru@unesa.ac.id)

### Abstrak

Laboratorium pengecatan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNESA telah memiliki alat pengecatan standart berupa kompresor, dan *spray gun* namun belum memiliki media pengering/*oven* untuk sistem pengeringan. Sehingga proses pengeringan selama ini secara alami dengan bantuan sinar matahari sehingga rentan/peka terhadap kelembaban udara, debu, dan waktu pengeringan yang relatif lebih lama. Menanggapi kondisi tersebut sangat diperlukan media pengeringan berupa *micro oven* untuk mengatasi berbagai kendala yang ada. *Micro oven* ini menggunakan bahan dari plat besi dengan ketebalan 1,5 mm. Pemanas yang digunakan adalah pemanas listrik tipe *strip heater*, *thermostat* untuk mengukur suhu didalam ruangan dan *thermocouple* yang digunakan sebagai pengatur suhu yang ada di dalam ruangan *micro oven*. Dilengkapi dengan *fan/blower* untuk sirkulasi ruangan dan *aluminium foil* sebagai penahan panas di dalam ruangan *oven*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui suhu yang dihasilkan oleh sistem pemanas, waktu pengeringan dan kekerasan cat dalam proses pengeringan, sedangkan data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif. Perencanaan pemanas pada *micro oven* dapat mempercepat waktu pengeringan pada proses pengecatan. Temperatur awal berada di suhu 28°C dan tertinggi 70°C dari 28°C ke 50°C membutuhkan waktu sekitar 10 menit, 50°C ke 60°C sekitar 5 menit dan 60°C ke 70°C sekitar 5 menit sehingga total waktu yang dibutuhkan dari 28°C ke 70°C ±20 menit, sedangkan temperatur yang digunakan untuk pengeringan berkisar ±50-70°C. Hasil yang diperoleh menunjukkan cat lebih keras, lebih halus dan tidak lengket saat ditekan maupun dipegang dibandingkan pengeringan menggunakan sinar matahari dengan durasi pengeringan yang sama selama 10 menit.

**Kata kunci :** *micro oven*, sistem pemanas, rancang bangun

### Abstract

Painting Laboratory Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering UNESA has a standard painting tool in the form of a compressor, and spray gun but does not have a drying medium / oven for the drying system. So the drying process is naturally with the help of sunlight so susceptible / sensitive to moisture air, dust, and drying time is relatively longer. Responding to these conditions is very necessary in the form of micro-oven drying medium to overcome various obstacles that exist. This micro-oven uses material from an iron plate with a thickness of 1.5 mm. Heaters used are electric heater type strip heater, thermostat to measure the temperature in the room and thermocouple used as a temperature regulator in the room micro oven. Equipped with fan / blower for circulation of room and aluminum foil as heat retarder in oven room. Tests were conducted to determine the temperature generated by the heating system, the drying time and the hardness of paint in the drying process, while the data obtained was analyzed descriptively. Planning the heater on the micro-oven can speed up the drying time in the painting process. The initial temperature is at 28 ° C and the highest of 70 ° C from 28 ° C to 50 ° C takes about 10 minutes, 50 ° C to 60 ° C about 5 minutes and 60 ° C to 70 ° C about 5 minutes so the total the time required from 28 ° C to 70 ° C ± 20 minutes, while the temperature used for drying ranges from ± 50-70 ° C. The results obtained show the paint harder, smoother and less sticky when pressed or held than drying using sunlight with the same drying duration for 10 minutes.

**Keywords:** micro oven, heating system, design

### PENDAHULUAN

Salah satu ilmu yang sedang berkembang saat ini dalam bidang otomotif adalah ilmu pengecatan yang juga merupakan ilmu yang wajib dipelajari dalam

bidang otomotif. Ilmu ini membahas tentang salah satu jenis pelapisan permukaan dimana bahan pelapisnya sudah diberi warna (cat). Tentang hal tersebut UNESA memiliki laboratorium pengecatan

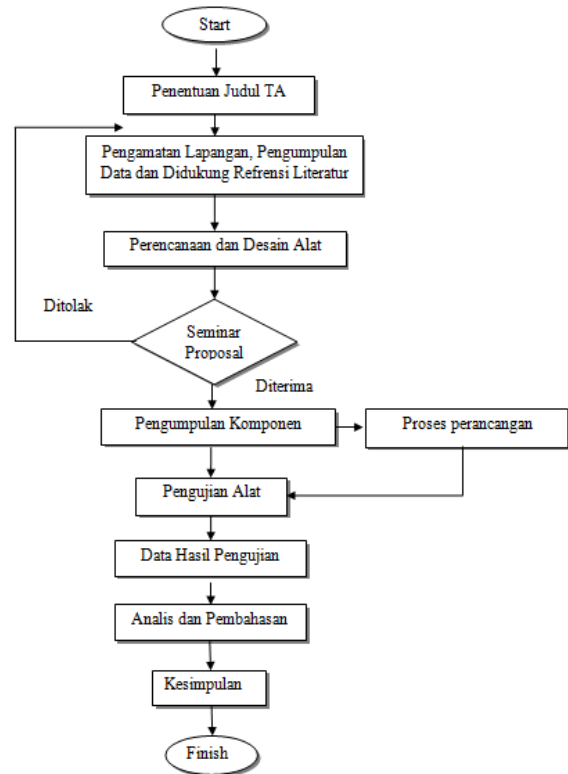
untuk memelajari sekaligus menerapkan ilmu pengecatan dalam hal praktikum. Laboratorium pengecatan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNESA telah menyediakan beberapa alat pengecatan seperti kompresor, dan *spray gun* dan belum menyediakan alat pengering untuk media pengecatan yang berfungsi sebagai pengering yang juga termasuk dalam proses pengecatan dalam hal praktikum maupun teori. Jadi saat melakukan praktikum mahasiswa hanya dapat melakukan proses pengeringan secara alami dengan bantuan sinar matahari yang tidak sesuai dengan standart karena kelembaban udara yang tidak menentu dan rentan terhadap debu dan kotoran, dan waktu pengeringan dengan cara alami ini dapat memakan waktu yang relatif lama. Menanggapi hal tersebut laboratorium pengecatan UNESA memerlukan suatu media pengeringan modern dan relative singkat dalam waktu pengeringan yaitu dengan pembuatan media pengeringan (*oven*) untuk pengecatan.

Media pengeringan (*oven*) tersebut akan memerlukan desain untuk menjaga panas *oven* dan mendapatkan performa panas diruang pengering agar tetap stabil. Dalam desain ruang pada media pengering (*oven*) tersebut membutuhkan bentuk ruang dan dimensi ruang yang tepat maka harus dibutuhkan perencanaan dan perhitungan yang sesuai agar mendapatkan hasil yang maksimal berdasarkan desain yang sesuai serta dapat menyerap dan menjaga suhu tetap stabil dalam ruangan pengering (*oven*). Dengan alasan ini penulis mengambil judul “Perencanaan Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun *Micro oven* Sebagai Media Praktikum Pengecatan”.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah Untuk mengetahui desain pemanas pada rancang bangun *micro oven* sebagai media pengering praktikum pengecatan, Untuk mengetahui performa sistem pemanas pada rancang bangun *micro oven* sebagai media pengering praktikum pengecatan, Untuk mempercepat proses pengeringan pada proses pengecatan. Manfaat yang didapat dari perencanaan sistem pemanas ini adalah Untuk mendapatkan desain dan performa yang baik pada *micro oven* sebagai media pengering pada praktikum pengecatan, Meningkatkan kualitas proses pembelajaran pada mata kuliah praktik pengecatan, Menambah pengetahuan tentang teknologi-teknologi modern, khususnya di bidang pengecatan., Dapat dipergunakan untuk melengkapi fasilitas laboratorium pengecatan jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

## METODE

### Alur Perancangan dan Pembuatan Alat



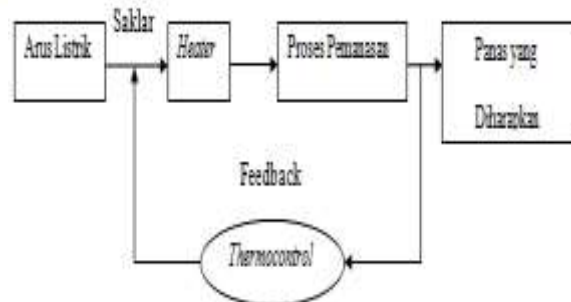
Gambar 1. Flow chart perancangan tugas akhir

### Instrumen Pengujian dan Alat yang Digunakan

Pengujian dan perancangan merupakan peralatan yang digunakan untuk mendapatkan data pengujian dan perancangan. Berikut ini alat yang digunakan dalam instrumen pengujian ini adalah thermostat, thermocontrol, mistar, gerindra dan las listrik.

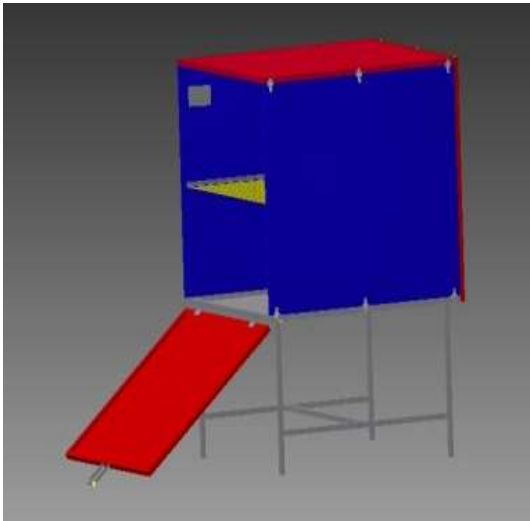
### Perencanaan Sistem pemanas

Dari arus listrik dihubungkan ke *heater* menggunakan saklar kemudian *heater* bekerja untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan akan di kontrol menggunakan *themocontrol* sehingga apabila panas yang dihasilkan melebihi temperatur yang diharapkan maka *thermocontrol* akan memutus arus listrik ke *heater*.

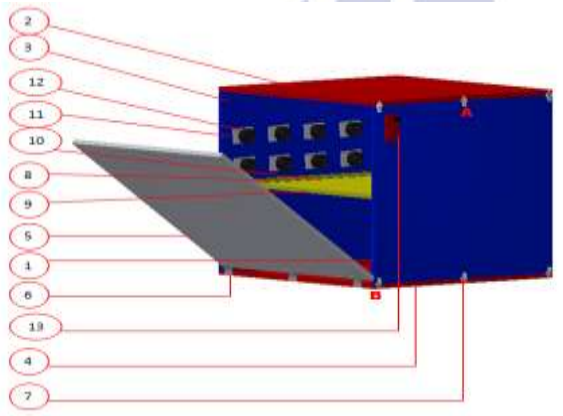


Gambar 2. Diagram Sistem Kontrol *Micro Oven*

### Rancangan *Micro Oven* Secara Keseluruhan



Gambar 3. Rancangan *Micro Oven* Secara Keseluruhan



Gambar 4. Keterangan Pada *Micro Oven*

- |                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| 1. Plat 1            | 8. Plat Siku 1            |
| 2. Plat 2            | 9. Plat Siku 2            |
| 3. Plat 3            | 10. Penampang <i>Oven</i> |
| 4. Plat 4            | 11. Pemanas Listrik       |
| 5. Pintu <i>Oven</i> | 12. <i>Fan</i>            |
| 6. Pengunci          | 13. <i>Thermostat</i>     |
| 7. Engsel Pintu      |                           |

Pada gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan rancangan *micro oven* secara keseluruhan. Maka pembahasan yang dilakukan terdapat pada desain dan didalam ruang *micro oven* yang terdapat perpindahan panas di dalamnya.

Adapun tujuan desain ruang pada *micro oven* ini adalah :

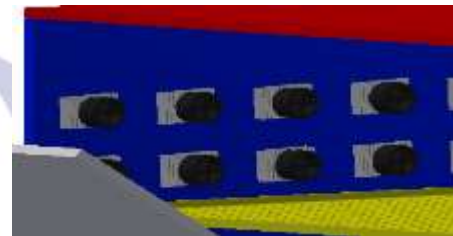
- Temperatur rata – rata yang ruang *micro oven* di tentukan setelah pengujian alat.
- Waktu yang di pengeringan ditentukan setelah pengujian alat

### Desain Ruang *Micro Oven*



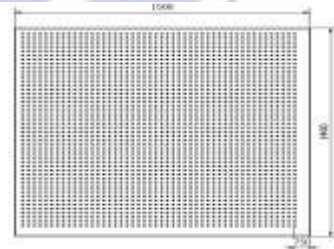
Gambar 5. Ukuran Ruang *Micro Oven*

Desain ruang *micro oven* mempunyai luasan serta ruang yang efektif dan efisien agar dapat memuat komponen sepeda motor.



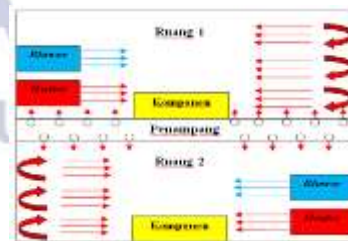
Gambar 6. Penempatan *Fan* Dan Pemanas

Pemanas yang digunakan adalah jenis pemanas berbentuk plat (*strip heater*) untuk pemanas ini diharapkan pemanas mempunyai diameter yang sesuai untuk memenuhi dimensi ruang pada *micro oven*.



Gambar 6. Ukuran Ruang *Micro Oven*

Penggunaan plat berlubang pada penampang ini diharapkan dapat mengalirkan udara panas dengan baik keseluruhan ruangan oven.



Gambar 7. Ilustrasi Aliran Udara Pada Ruang *Micro Oven*

Keterangan :

- Penempatan *fan* yang sejajar diharapkan dapat mengalirkan panas ke seluruh ruangan oven.
- Pemberian penampang yang berlubang pada ruangan *micro oven* digunakan untuk menaruh komponen pengecatan dan mengalirkan udara panas ke seluruh ruangan oven.

### Prosedur Perancangan

Adapun prosedur perancangan desain ruang pada Desain Ruang *Micro Oven* adalah Pembuatan desain ruang dalam pembuatan desain rangka, penulis menggunakan *software Autodesk Inventor Professional 2014* sebagai penunjang pembuatan gambar atau desain-nya. Pembuatan Ruan dalam hal ini setelah melakukan paerancangan desain dan analisa kekuatan pada ruang untuk menahan dan mengalirkan panas dengan baik langkah selanjutnya adalah merealisasikan desain, bahan dalam bentuk yang sesungguhnya.

### Langkah Pengujian Alat

Pengujian Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun *Micro oven* dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

Persiapan

- Siapkan sumber arus listrik.
- Persiapan alat-alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian.
- Menyiapkan catatan untuk hasil pengujian yang telah dilakukan.
- Kamera untuk dokumentasi proses pengujian.

Pengujian

- Menyalakan *micro oven* terlebih dahulu dengan menghubungkan pada sumber listrik.
- Melakukan pemeriksaan pada system pemanas apakah sudah benar sip untuk digunakan.
- Posisikan thermocouple pada suhu 50°, 60° dan 70°C.
- Mengamati waktu yang digunakan pada proses pengeringan pada suhu 50°, 60° dan 70°C.
- Mengamati tingkat kekerasan cat pada 50°, 60° dan 70°C.
- Mencatat hasil dari pengamatan yang telah dilakukan.

Akhir pengujian

- Lepas kabel yang berhubungan dengan arus listrik.

### Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif kuantitatif adalah suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu obyek, 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 yang diselidiki (Nazir, 2005:54). Hal ini dilakukan untuk memberikan gambaran terhadap fenomena mesin uji. Data yang dihasilkan kemudian ditabulasikan dan digrafikkan. 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.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada *micro oven* suhu yang diharapkan sekitar  $\pm 50-70^{\circ}\text{C}$ . Dalam perhitungan suhu pada *micro oven* yang direncanakan ini hanya menghitung suhu pada ruangan *micro oven*. Perhitungan menggunakan metode perpindahan panas konveksi untuk analisa hasil dari tingkat kekekeringankekerasan cat dan waktu dilakukan pada pengujian alat (Ma'sum, 2012)..

### Hasil rancang bangun *Micro Oven*



Gambar 8. Hasil Rancang Bangun *Micro Oven*



Gambar 9. *Micro Oven* yang sudah terpasang



Gambar 10. Ruang *Micro Oven*



Gambar 11. Posisi Pemanas Dan Fan Dalam Ruang

**Hasil pengujian Alat**

Pengujian temperatur 50°C dimulai dari temperatur 28°-50°C membutuhkan waktu selama ±10 menit.



Pengujian temperatur 60°C dimulai dari temperatur 50°-60°C membutuhkan waktu selama ±5 menit.



Gambar 13. Pengujian Pada Temperatur 60°



Gambar 14. Grafik Kenaikan Temperatur Pada *Micro Oven*

Sistem pemanas *micro oven* menggunakan pemanas listrik jenis plat *stripe* saat *micro oven* dinyalakan temperatur awal pada *micro oven* 28°C sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 50°C sekitar 10 menit, 50°C ke 60°C membutuhkan waktu sekitar 5 menit dan 60°C ke 70°C sekitar 5 menit sehingga total waktu yang dibutuhkan dari 28°C ke 70°C adalah ±20 menit, sedangkan temperatur yang digunakan untuk pengeringan berkisar ±20 menit.

**Pengujian Pengeringan**

Pengeringan dengan *micro oven* waktu pengeringan selama 10 menit



Gambar 15. Pengeringan Menggunakan *Micro Oven*  
Pengeringan dengan sinar matahari waktu pengeringan selama 10 menit



Gambar 16. Pengeringan Menggunakan Sinar Matahari

Tabel 1. Tabel Hasil Pengeringan

| No. | Hasil pengeringan <i>micro oven</i> | Hasil pengeringan sinar matahari |
|-----|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1.  | Lebih keras                         | basah                            |
| 2.  | Tidak lengket                       | Lengket saat ditekan             |
| 3.  | Mengkilap                           | Tidak mengkilap                  |
| 4.  | Lebih halus                         | Kasar                            |

Hasil pengeringan menggunakan *micro oven* lebih keras, lebih halus, tidak lengket saat ditekan, mengkilap sedangkan pengeringan dengan sinar matahari masih basah, terlihat kasar dan lengket saat di tekan waktu yang digunakan untuk pengujian pengeringan adalah 10 menit.

**Pembahasan**

Perpindahan panas yang terjadi antara permukaan padat dengan fluida yang mengalir di sekitarnya, 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 (Ma'sum, 2012).

Dasar Hukum Newton :

$$q_c = h \cdot A_s (T_s - T_\infty) \quad (1)$$

Dimana :

$q_c$  = Laju perpindahan panas konveksi (W)

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

$A_s$  = Luas permukaan perpindahan panas ( $m^2$ )

$T_s$  = Temperatur permukaan (K)

$T_\infty$  = Temperatur fluida (K)

Diketahui :

suhu oven =  $50^\circ C = 323,15^\circ K$

luas permukaan =  $146,76 m^2$

Dimana :

$h = 0,906$

$A_s = 146,76 m^2$

$T_s = 28^\circ C = 301,15^\circ K$

$T_\infty = 50^\circ C = 323,15^\circ K$

Jawab :

$$q_c = h.A_s.(T_s - T_\infty)$$

$$= 0,906.146,76 (301,15 - 323,15)$$

$$= 0,906.146,76 (-22)$$

$$= 132,964.(-22)$$

$$q_c = 2,925 W$$

Jadi nilai  $q_c$  adalah  $2,925 W$  untuk  $50^\circ C$

Diketahui :

suhu oven =  $60^\circ C = 333,15^\circ K$

luas permukaan =  $146,76 m^2$

Dimana :

$h = 0,906$

$A_s = 146,76 m^2$

$T_s = 28^\circ C = 301,15^\circ K$

$T_\infty = 60^\circ C = 333,15^\circ K$

Jawab :

$$q_c = h.A_s.(T_s - T_\infty)$$

$$= 0,906.146,76 (301,15 - 333,15)$$

$$= 0,906.146,76 (-32)$$

$$= 132,964.(-32)$$

$$q_c = 4,254 W$$

Jadi nilai  $q_c$  adalah  $4,254 W$  untuk  $60^\circ C$

Diketahui :

suhu oven =  $70^\circ C = 343,15^\circ K$

luas permukaan =  $146,76 m^2$

Dimana :

$h = 0,906$

$A_s = 146,76 m^2$

$T_s = 28^\circ C = 301,15^\circ K$

$T_\infty = 60^\circ C = 333,15^\circ K$

Jawab :

$$q_c = h.A_s.(T_s - T_\infty)$$

$$= 0,906.146,76 (301,15 - 343,15)$$

$$= 0,906.146,76 (-42)$$

$$= 132,964.(-42)$$

$$q_c = 5,584 W$$

Jadi nilai  $q_c$  adalah  $5,584 W$  untuk  $70^\circ C$

### Laju Pengeringan pada Cat

$$\text{Rumus: } Q = m.cp.\Delta T \quad (2)$$

Dimana:

$Q$  = Kalor (J)

$m$  = Massa (kg)

$cp$  = Kalor jenis ( $J/kg^\circ C$ )

$\Delta T$  = Temperatur akhir – Temperatur awal

Diketahui:

$m = 0.25 \text{ kg}$

$cp = 1.000 \text{ J/kg}^\circ C$

$\Delta T = 70 - 28 = 42^\circ C$

Jawab:

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

$$= 0.25 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ J/kg}^\circ C \cdot 42^\circ C$$

$$= 10,5 \text{ J/s}$$

Jadi kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan cat adalah  $10,5 \text{ J/s}$

Diketahui:

$m = 0.25 \text{ kg}$

$cp = 1.000 \text{ J/kg}^\circ C$

$\Delta T = 60 - 28 = 32^\circ C$

Jawab:

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

$$= 0.25 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ J/kg}^\circ C \cdot 32^\circ C$$

$$= 8 \text{ J/s}$$

Jadi kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan cat adalah  $8 \text{ J/s}$

Diketahui:

$m = 0.25 \text{ kg}$

$cp = 1.000 \text{ J/kg}^\circ C$

$\Delta T = 50 - 28 = 22^\circ C$

Jawab:

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

$$= 0.25 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ J/kg}^\circ C \cdot 22^\circ C$$

$$= 5.5 \text{ J/s}$$

Jadi kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan cat adalah  $5.5 \text{ J/s}$

### Analisa Pengujian Perencanaan Pemanas *Micro Oven*

Waktu yang dibutuhkan pemanas untuk mencapai panas yang diharapkan dimulai dari temperatur  $28^\circ - 50^\circ C$  membutuhkan waktu selama  $\pm 10$  menit, temperatur  $50^\circ - 60^\circ C$  membutuhkan waktu  $\pm 5$  menit dan temperatur  $60^\circ - 70^\circ C$  membutuhkan waktu  $\pm 5$  menit jadi dari suhu awal  $28^\circ - 70^\circ C$  membutuhkan waktu  $\pm 20$  menit. Hasil dari pengeringan menggunakan *micro oven* lebih keras, tidak lengket saat ditekan maupun dipegang, lebih mengkilap

sedangkan pengeringan menggunakan sinar matahari cat masih basah, terlihat kasar, lengket saat dipegang maupun ditekan. Pengujian pengeringan menggunakan *micro oven* dan sinar matahari menggunakan waktu pengeringan yang sama yaitu 10 menit.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil pembahasan dan analisa dari perencanaan sistem pemanas pada rancang bangun *micro oven* sebagai media praktikum pengecatan, maka dapat disimpulkan poin-poin penting sebagai berikut:

- Perencanaan desain pemanas dibuat bertujuan agar sistem pemanas pada *micro oven* terlihat baik dari fungsi serta performa sistem pemanas, Sistem pemanas ini mempunyai 2 pemanas jenis *strip heater* dan mempunyai 2 *fan* untuk mensirkulasikan udara panas di dalam ruangan *micro oven*, untuk meningkatkan performa pada ruangan sistem pemanas digunakan peredam panas agar panas yang dihasilkan bisa optimum.
- Perencanaan pemanas pada *micro oven* dapat mempercepat waktu pengeringan pada proses pengecatan. Temperatur awal berada di suhu 28°C dan tertinggi 70°C dari 28°C ke 50°C membutuhkan waktu sekitar 10 menit, 50°C ke 60°C sekitar 5 menit dan 60°C ke 70°C sekitar 5 menit sehingga total waktu yang dibutuhkan dari 28°C ke 70°C ±20 menit, sedangkan temperatur yang digunakan untuk pengeringan berkisar ±50-70°C.
- Hasil pengeringan cat menggunakan *micro oven* lebih keras, lebih halus dan tidak lengket saat ditekan dibandingkan pengeringan dengan sinar matahari dengan durasi pengeringan yang sama selama 10 menit.

### Saran

Dari perencanaan sistem pemanas pada rancang bangun *micro oven* ini maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- *Micro oven* ini dapat digunakan mahasiswa sebagai sarana pengering pada praktikum pengecatan, serta mekanisme sistem pemanas ini dapat digunakan baik dalam hal praktikum, kuliah kelas, maupun penelitian.
- Laporan TA ini juga dapat dijadikan sebagai referensi mahasiswa terkait perencanaan sistem pemanas pada alat pengering.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, Z. 2000. *Kimia Dasar untuk Teknik Industri*. Penebar Swadaya, Jogjakarta.

- Djarwo, P. 1988. *Teknik Pengolahan Hasil Pertanian*. UI Press, Jakarta.
- D.Q. Kern. Process Heat Transfer International Student Edition.
- Holman, J.P, dan Ir E. Jasjfi. 1984. *Perpindahan Kalor (Heat Transfer)*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Incropera, F.P., dan Dewitt, D.P., 2002z *Fundamental of Heat and Mass Transfer*, John Wiley & Sons,.
- Frank Keith dan Arka prijono M.Sc. Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas.
- Ma'sum, Zuhdi; Arsana, I Made; Malik, Fathurrahman; Priyono, Wahyudi; Altway, Ali. 2012. Analisis Perpindahan Panas Dengan Konveksi Bebas dan Radiasi pada Penukar Panas Jenis Pipa dan Kawat. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol 7, No 1.
- Mujumdar, A.S., 1995. *Superheated Steam Drying of Industrial Drying*, 2nd Edition. Marcel Dekker, New York.
- Perry's Chemical Engineer's Handbook, Sixth Edition, Robert H. Perry, Don Green
- Ranganna, S., 1977. *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi
- Team Toyota. 1995. *Pedoman Pengecatan: Training Manual*. Jakarta: Toyota Astra Motor PT.
- 2009 *pray Drying Process*. <http://anekamesin.com/produk mesin/mesin-lain/spray-dryer.html>.
2010. *Drum Drying*. <http://anekamesin.com/produk mesin/ mesin lain/spray-dryer.html>.
- [https://sarapanmatahari.wordpress.com/2010/06/07/ pengertian-desain/ pengering/http://www.academia.edu/9404588/ \\_dryerJenis\\_jenis](https://sarapanmatahari.wordpress.com/2010/06/07/ pengertian-desain/ pengering/http://www.academia.edu/9404588/ _dryerJenis_jenis)
- <http://teknikelektronika.com/pengertian-termokopel-thermocouple-dan-prinsip kerjanya/>
- [http://dindatelekomunikasi.blogspot.co.id/2015/04/ flow-meter\\_9.html](http://dindatelekomunikasi.blogspot.co.id/2015/04/ flow-meter_9.html)
- <http://edu.anashir.com/2013/11/alat-ukur-panjang-mistar-jangka-sorong.html>
- <http://heaterelemen.blogspot.co.id/2009/05/elemen-pemanas-listrik.html>
- <http://teknikelektronika.com/pengertian-termostat-thermostat-prinsip-kerja-termostat>
- <https://sersasih.wordpress.com/2011/12/03/ Termokopel>