

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN *ROTARY DRYER*  
*IDF (Induced Draft Fan)* VARIASI *MASS FLOW RATE* DAN  
WAKTU PENGERINGAN**



Tugas Akhir Ini Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana S-1 Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun oleh:**

**FAISAL ARDI NUGROHO**

**NIM: D 200 140 254**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2018**

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 70 / A.4 - II - / TM / II / 2018 Tanggal 19 Februari 2018 dengan ini:

Nama : Ir. Sartono Putro, M.T.

Pangkat/Jabatan : Lektor

Kedudukan : Pembimbing

memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa:

Nama : Faisal Ardi Nugroho

Nomor Induk : D200140254

NIRM : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 8

Judul/Topi : RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN ROTARY DRYER IDF (*Induced Draft Fan*) VARIASI MASS FLOW RATE DAN WAKTU PENGUJIAN

Rincian Soal/Tugas : - Desain dan pembuatan

- Pengujian dengan variasi *mass flow rate* fluida pada vacuum

- Pengujian menggunakan 2 variasi waktu 25 menit & 30 menit

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan dengan sebagaimana mestinya

Surakarta, .....Juli 2018

Pembimbing



Ir. Sartono Putro, M.T.

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**Rancang Bangun Dan Pengujian Rotary Dryer IDF (Induced Draft Fan) Variasi Mass Flow Rate Dan Waktu Pengeringan**" telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : FAISAL ARDI NUGROHO

NIM : D200140254

Disetujui pada

Hari :

Tanggal :

Dosen Pembimbing

Tugas Akhir



Ir. Sartono Putro, M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**Rancang Bangun Dan Pengujian Rotary Dryer IDF (Induced Draft Fan) Variasi Mass Flow Rate Dan Waktu Pengeringan**" telah dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : **FAISAL ARDI NUGROHO**

NIM : **D200140254**

Disahkan pada

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji :

1. Ketua : **Ir. Sartono Putro, M.T.**

2. Anggota 1 : **Amin Sulistyanto, S.T, M.T.**

3. Anggota 2 : **Ir. Tri Tjahjono, M.T**

Mengetahui

Dekan

Fakultas Teknik

  
**(Ir. Sri Sunariono, M.T., Ph.D)**

Ketua Jurusan

Teknik Mesin

  
**(Ir. Subroto, M.T.)**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faisal Ardi Nugroho

NIM : D200140254

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Mesin

Judul : **Rancang Bangun Dan Pengujian *Rotary Dryer IDF*  
(*Induced Draft Fan*) Variasi *Mass Flow Rate* Dan  
Waktu Pengeringan**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya tulis yang penulis buat sendiri sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, kecuali beberapa sumber kutipan dan ringkasan yang telah penulis cantumkan sebagaimana mestinya dalam karya tulis ini.

Surakarta, Juni 2018

Yang menyatakan



Faisal Ardi Nugroho

## **MOTTO**

“Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(QS. Ar Ra'd: 11)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan,  
sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah 5-6)

“Barang siapa yang bertaqwa kepada Allah SWT maka, dia (Allah) akan menjadikan baginya jalan keluar dan memberinya rejeki dari arah yang tak disangka-sangka”

(QS. Ath-Thalaq 2-3)

Kesuksesan itu sudah ada jalannya, tinggal bagaimana kita mau untuk mencarinya. Jika anda selalu berfikir setiap usaha tidak mendatangkan kesuksesan. Maaf, barangkali anda kurang dekat dengan Allah SWT.

(Faisal Ardi Nugroho)

Seorang teman pernah berkata, “jika kau ingin segera selesai (lulus) bayangkan saat itu juga engkau melihat senyuman orang tua melihatmu mengenakan baju kelulusanmu dan engkau memegang toga serta mengenakan topi wisudamu, maka hirup lah aromanya saat itu juga

kemudian rasakan & bayangkan.

(Ari P. Pratama)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

- Orang Tua tercinta (Wardiman dan Sri Nur)
- Adik-adik tercinta (Rizky Khairunisa dan Nabila Putri)
- Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Seluruh rekan-rekan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta



# **RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN *ROTARY DRYER IDF ( INDUCED DRAFT FAN )* VARIASI MASS FLOW RATE DAN WAKTU PENGERINGAN**

Faisal Ardi Nugroho, Sartono Putro  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura  
Email : [faisal31ardi@gmail.com](mailto:faisal31ardi@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Pengeringan singkong yang dilakukan masyarakat saat ini masih secara manual (konvensional) yaitu dengan memanfaatkan energi cahaya matahari atau di jemur sehingga memakan waktu yang cukup lama, dan sangat bergantung dengan keadaan cuaca yang ada di sekitar, sedangkan akibat dari hal tersebut mengakibatkan kadar air produk yang dihasilkan tidak seragam, dan kapasitas singkong kering yang dihasilkan terbatas karena membutuhkan tempat yang luas dalam proses pengeringan tersebut serta biaya untuk operasional yang tidak sedikit. Dari permasalahan yang dihadapi perlu adanya suatu alat pengering mekanik yang dapat membantu proses pengeringan lebih cepat. Peralatan pengeringan yang ingin saya buat ini adalah pengering tipe Rotary dryer yang sederhana.

Perancangan alat menggunakan variasi mass flow rate dan waktu proses pengeringan pada silinder fin dengan waktu 25 dan 30 menit. Data yang dihasilkan setelah penelitian dilakukan pada silinder fin waktu pengujian 25 menit didapat hasil perubahan temperatur yaitu 736,02°C, 700,24°C, 662,58°C, 640,02°C. Kalor yang dihasilkan yaitu 2033,37 W, 2003,90 W, 1934,53 W dan 1871,52 W. hasil pengurangan massa singkong yaitu 0,30 Kg, 0,28 Kg, 0,24 Kg dan 0,21 Kg. Efisiensi yang didapatkan yaitu 34,89%, 34,52%, 33,46% dan 32,47%. Sedangkan pada silinder fin waktu pengujian 30 menit didapatkan hasil perubahan temperatur yaitu 586,37°C, 626,97°C, 766,50°C, 517,30°C. Kalor yang dihasilkan yaitu 2324,38 W, 2228,24 W, 2112,05 W dan 2038,38 W. hasil pengurangan massa singkong yaitu 0,37 Kg, 0,36 Kg, 0,23 Kg dan 0,19 Kg. Efisiensi yang didapatkan yaitu 39,62%, 37,92%, 36,12% dan 35,08%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa silinder menggunakan fin waktu pengujian 30 menit yang lebih baik digunakan dalam proses pengeringan karena data yang dihasilkan lebih besar dibandingkan silinder fin waktu pengujian 25 menit. Semakin lama proses pengeringan menyebabkan pengurangan massa singkong semakin besar dan kalor yang dihasilkan juga akan semakin besar serta efisiensi cenderung naik karena tidak kehilangan panas secara signifikan.

**Kata kunci :** Singkong, Rotary Dryer, IDF, Mass Flow Rate



# **RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN ROTARY DRYER IDF ( INDUCED DRAFT FAN ) VARIASI MASS FLOW RATE DAN WAKTU PENGERINGAN.**

Faisal Ardi Nugroho, Sartono Putro  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura  
Email : [faisal31ardi@gmail.com](mailto:faisal31ardi@gmail.com)

## **ABSTRACT**

*Cassava drying is done manually (conventionally) that is by utilizing solar light energy or in drying so take a long time, and very dependent with the condition of the weather around, while the result of this matter cause the water content of product is not uniform, and the resulting dry cassava capacity is limited because it requires a large area in the drying process as well as the cost for operational is not small. From the problems encountered there needs to be a mechanical dryer which can help the drying process faster. The drying equipment I want to make is a simple Rotary dryer type dryer.*

*Device design using variation of mass flow rate and drying process time on fin cylinder with time 25 and 30 minutes. Data produced after the research done on the fin cylinder time of 25 minutes test results obtained temperature changes that is 736,02°C, 700,24°C, 662,58°C, 640,02°C. The heat produced is 2033,37 W, 2003,90 W, 1934,53 W dan 1871,52 W. the results of cassava mass reduction of 0,30 Kg, 0,28 Kg, 0,24 Kg and 0,21 Kg. Efficiency gained that is 34,89%, 34,52%, 33,46% dan 32,47%. While on the fin cylinder 30 minutes testing time obtained results temperature changes that is 586,37°C, 626,97°C, 766,50°C, 517,30°C. The heat produced is 2324,38 W, 2228,24 W, 2112,05 W dan 2038,38 W. the results of cassava mass reduction of 0,37 Kg, 0,36 Kg, 0,23 Kg and 0,19 Kg. Efficiency obtained is 39,62%, 37,92%, 36,12% dan 35,08%..*

*The results showed that cylinders used fin time of 25 minutes better test used in drying process because the resulted data is bigger than fin cylinder 30 minutes test time. The longer the drying process leads to a larger reduction in cassava mass and the resulting heat will also increase and efficiency tends to rise as it does not lose heat significantly.*

**Keywords:** Cassava, Rotary Dryer, IDF, Mass Flow Rate

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul **“Rancang Bangun dan Pengujian Rotary Dryer IDF (Induced Draft Fan) Variasi Mass Flow Rate Dan Waktu Pengeringan”**.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan ucapan terima kasih kepada:

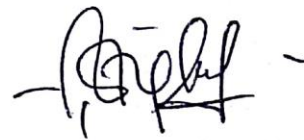
1. Ibu Sri Nur Wijiyanti dan Bapak Wardiman atas segala do'a dan dukungan yang telah diberikan.
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Sartono Putro, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir.
5. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir.
6. Bapak Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.

8. Rekan seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, Muhammad Syarif Hidayat, Eko Mulyo Wibowo, Aldi Kurnia Sura Pratama, dan Beny Ariyanto.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharap adanya kritik dan saran demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, 5 Juni 2018



Penulis

## DAFTAR ISI

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| HALAMAN JUDUL.....                   | i     |
| LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....        | ii    |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....            | iii   |
| HALAMAN PENGESAHAN .....             | iv    |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR..... | v     |
| MOTTO .....                          | vi    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....            | vii   |
| ABSTRAK .....                        | viii  |
| <i>ABSTRACT</i> .....                | ix    |
| <i>KATA PENGANTAR</i> .....          | x     |
| DAFTAR ISI .....                     | xii   |
| DAFTAR GAMBAR .....                  | xv    |
| DAFTAR TABEL .....                   | xvii  |
| DAFTAR RUMUS .....                   | xviii |
| DAFTAR SIMBOL .....                  | xix   |
| <b>BAB I    PENDAHULUAN</b>          |       |
| 1.1 Latar Belakang .....             | 1     |
| 1.2 Perumusan Masalah .....          | 3     |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....          | 3     |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....         | 4     |

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 1.5 Batasan Masalah .....                     | 4  |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....               | 5  |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                |    |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....                    | 6  |
| 2.2 Dasar Teori .....                         | 8  |
| 2.2.1 Pengertian Pengeringan .....            | 8  |
| 2.2.2 Mekanisme Pengeringan .....             | 9  |
| 2.2.3 Jenis – jenis Alat Pengering .....      | 10 |
| 2.2.4 Rotary Dryer.....                       | 15 |
| 2.2.5 Sirip ( <i>Fin</i> ) .....              | 16 |
| 2.2.6 Analisa Pengurangan Massa Singkong..... | 17 |
| 2.2.7 Reynold Number.....                     | 18 |
| 2.2.8 Nusselt Number.....                     | 18 |
| 2.2.9 Analisa Kalor Bahan Bakar.....          | 18 |
| 2.2.10 Perpindahan Panas Konveksi.....        | 19 |
| 2.2.11 Efisiensi Pembakaran.....              | 19 |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>          |    |
| 3.1 Bahan Pengujian .....                     | 20 |
| 3.2 Alat-alat Pengujian .....                 | 21 |
| 3.3 Diagram Alir Penelitian .....             | 28 |
| 3.4 Tempat Pengujian .....                    | 29 |
| 3.5 Prosedur Pengujian.....                   | 29 |

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Data Dimensi Silinder <i>Rotary Dryer Fin</i> ..... | 32 |
| 4.2 Data Hasil Pengujian.....                           | 32 |
| 4.3 Analisa Perhitungan .....                           | 35 |
| 4.4 Pembahasan .....                                    | 48 |

## **BAB V KESIMPULAN**

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan ..... | 57 |
| 5.2 Saran .....      | 58 |

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                                    |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1  | Alat Pengering Tray Dryer.....                                                     | 11 |
| Gambar 2.2  | Alat Pengering Spray Dryer.....                                                    | 12 |
| Gambar 2.3  | Alat Pengering Freeze Dryer.....                                                   | 13 |
| Gambar 2.4  | Alat Pengering Rotary Dryer.....                                                   | 14 |
| Gambar 2.5  | Sket <i>Rotary Dryer</i> sederhana.....                                            | 15 |
| Gambar 2.6  | Macam-macam <i>Internal Logitudinal Fin</i> .....                                  | 16 |
| Gambar 3.1  | Tabung Gas LPG.....                                                                | 20 |
| Gambar 3.2  | Singkong.....                                                                      | 21 |
| Gambar 3.3  | Rancangan alat <i>rotary dryer fin</i> sederhana menggunakan<br><i>vacum</i> ..... | 22 |
| Gambar 3.4  | Skema Aliran Fluida Pada <i>Rotary Dryer</i> .....                                 | 22 |
| Gambar 3.5  | Mesin Pengering Singkong Jenis <i>Rotary Dryer</i> dengan<br>IDF.....              | 23 |
| Gambar 3.6  | Blower Sentrifugal.....                                                            | 24 |
| Gambar 3.7  | Kompor Gas.....                                                                    | 25 |
| Gambar 3.8  | <i>Thermocouple</i> .....                                                          | 25 |
| Gambar 3.9  | <i>Anemometer</i> .....                                                            | 26 |
| Gambar 3.10 | Timbangan.....                                                                     | 26 |
| Gambar 3.11 | <i>Stopwatch</i> .....                                                             | 27 |
| Gambar 3.12 | Diagram Alir Penelitian. ....                                                      | 28 |
| Gambar 3.13 | Skema Instalasi Pengujian.....                                                     | 29 |



|            |                                                                                                                                            |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.1 | Grafik Pengaruh Mass Flow Rate IDF ( kg/s ) Terhadap Perubahan Temperatur ( $\Delta T_h$ ) pada Silinder <i>Fin</i> waktu 25 menit. ....   | 48 |
| Gambar 4.2 | Grafik Pengaruh Mass Flow Rate ( kg/s ) Terhadap Kalor ( $Q_{conv}$ ) yang Diterima Singkong pada Silinder <i>Fin</i> waktu 25 menit. .... | 49 |
| Gambar 4.3 | Grafik Pengaruh Mass Flow Rate ( kg/s ) Terhadap Perubahan Massa Singkong ( $\Delta m$ ) pada Silinder <i>Fin</i> waktu 25 menit. ....     | 50 |
| Gambar 4.4 | Grafik Pengaruh Mass Flow Rate ( kg/s ) Terhadap Efisiensi ( $\eta$ ) <i>Rotary Dryer</i> pada Silinder <i>Fin</i> waktu 25 menit. ....    | 51 |
| Gambar 4.5 | Grafik Pengaruh Mass Flow Rate ( kg/s ) Terhadap Perubahan Temperatur ( $\Delta T_h$ ) pada Silinder <i>Fin</i> waktu 30 menit. ....       | 52 |
| Gambar 4.6 | Grafik Pengaruh Mass Flow Rate ( kg/s ) Terhadap Kalor ( $Q_{conv}$ ) yang Diterima Singkong pada Silinder <i>Fin</i> waktu 30 menit. .... | 53 |
| Gambar 4.7 | Grafik Pengaruh Mass Flow Rate ( kg/s ) Terhadap Perubahan Massa Singkong ( $\Delta m$ ) pada Silinder <i>Fin</i> selama 30 menit. ....    | 54 |
| Gambar 4.8 | Grafik Pengaruh Mass Flow Rate ( kg/s ) Terhadap Efisiensi ( $\eta$ ) <i>Rotary Dryer</i> pada Silinder <i>Fin</i> . ....                  | 55 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.1 Data hasil pengujian <i>rotary dryer</i> IDF menggunakan <i>Fin</i> 25 menit..... | 33 |
| Tabel 4.2 Data hasil pengujian <i>rotary dryer</i> IDF menggunakan <i>Fin</i> 30 menit..... | 34 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>rotary dryer</i> IDF Menggunakan <i>Fin</i> 25 menit.....      | 46 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>rotary dryer</i> IDF Menggunakan <i>Fin</i> 30 menit.....      | 47 |

## DAFTAR RUMUS

|           |                                  |    |
|-----------|----------------------------------|----|
| Rumus 2.1 | Pengurangan massa singkong.....  | 16 |
| Rumus 2.2 | Laju penguapan air .....         | 16 |
| Rumus 2.3 | <i>Reynolds numbers</i> .....    | 17 |
| Rumus 2.4 | <i>Nusselt number</i> .....      | 17 |
| Rumus 2.5 | Nilai kalor bahan bakar .....    | 17 |
| Rumus 2.6 | Nilai kalor penguapan air .....  | 18 |
| Rumus 2.7 | Perpindahan Panas Konveksi ..... | 18 |
| Rumus 2.8 | Efisiensi Pembakaran .....       | 18 |

## DAFTAR SIMBOL

### Simbol

|              |                                                     |
|--------------|-----------------------------------------------------|
| $A$          | = Luas Permukaan ( $m^2$ )                          |
| $\Delta m_s$ | = Pengurangan massa singkong (kg)                   |
| $m_1$        | = Massa awal singkong (kg)                          |
| $m_2$        | = Massa akhir singkong (kg)                         |
| $\dot{m}$    | = Laju penguapan air (kg/s)                         |
| $t$          | = Waktu (s)                                         |
| $m$          | = Massa (Kg/s)                                      |
| $Nu$         | = Angka Nusselt                                     |
| $Re$         | = Angka Reynolds                                    |
| $\eta$       | = Efisiensi (%)                                     |
| $\nu$        | = Viskositas Kinematik fluida ( $m^2/s$ )           |
| $Re_w$       | = <i>Reynolds number</i>                            |
| $D$          | = Diameter silinder ( $m^2$ )                       |
| $\omega$     | = Kecepatan putar silinder (rad/s)                  |
| $Q_{bb}$     | = Kalor bahan bakar (W)                             |
| $HHV$        | = <i>Higt Heating Value</i> LPG (J/kg)              |
| $Q_v$        | = Kalor penguapan air (W)                           |
| $h_{fg}$     | = <i>Enthalpy</i> penguapan air (J/kg)              |
| $Q_{conv}$   | = Laju perpindahan panas konveksi (W)               |
| $h$          | = Koefisien perpindahan panas konveksi ( $W/m^2K$ ) |
| $Th_i$       | = Temperatur masuk sistem ( $^{\circ}C$ )           |

$Th_o$  = Temperatur keluar sistem ( $^{\circ}\text{C}$ )

### **Subskrib**

c = *Cool*

h = *Hot*

s = Singkong

i = Input

o = Output