

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian sebelumnya

Penelitian ini merupakan kelanjutan daripada penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan yaitu tentang *perforated burner*, selubung radiasi, dan jarak antar selubung dengan panci. Berikut ini adalah penjelasan mengenai penelitian sebelumnya. Zulkarnaen (2014) melakukan penelitian mengenai pengaruh *perforated burner* terhadap karakteristik api pada pembakaran *premixed*. *Perforated burner* yang digunakan memiliki 7 lubang di permukaannya, ini bertujuan mencari perbedaan pada karakteristik nyala api dengan membandingkannya pada *bunsen burner*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa *perforated burner* menyebabkan nilai tinggi api dan temperatur api serta stabilitas api lebih tinggi dari *bunsen burner*.

Widiandra (2014) melakukan penelitian mengenai pengaruh material selubung sebagai isolator terhadap efisiensi sistem pemanasan menggunakan kompor gas. Dimana material selubung yang digunakan terbuat dari aluminium, besi dan keramik. Efisiensi tertinggi dalam pengujian yaitu pemanasan dengan menggunakan selubung keramik yaitu sebesar 46,36% karena pemakaian selubung keramik memerlukan waktu yang paling singkat untuk memanaskan air sebanyak 1 liter dibandingkan material yang lain yaitu hanya membutuhkan waktu 521 detik.

Ashari (2014) melakukan penelitian mengenai pengaruh jarak selubung dengan panci terhadap efisiensi sistem pemanasan menggunakan kompor gas, hal ini bertujuan untuk mengetahui jarak yang tepat dalam sistem pemanasan agar efisiensi yang dihasilkan lebih baik. Variasi jaraknya adalah 7, 6, 5, 4, 3, 2, dan 1 mm. Selubung yang digunakan menggunakan bahan keramik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pada jarak 4 mm antara selubung dan panci memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sebesar 46,36 %.

Al-Hasan (2015) melakukan penelitian mengenai pengaruh material *perforated burner* terhadap efisiensi system pemanasan menggunakan kompor gas. Jenis material yang digunakan adalah alumunium, besi, dan kuningan. Dalam penelitian ini didapat bahwa material *perforated burner* berupa alumunium memiliki efisiensi paling tinggi diantara material lainnya dengan efisiensi 47,816% dan membutuhkan waktu pemanasan 477 detik sampai temperature mendidih 92°C.

Dan penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya mengenai tingkat ketebalan material dalam perpindahan panas, yaitu Hadi (2009) melakukan penelitian tentang ketebalan material terhadap *heat loss*, penelitian ini melakukan simulasi dengan memvariasikan bahan yaitu concrete, brick dan fire brick dengan masing-masing variasi ketebalan bahan adalah 2, 3, 4, 5 cm. Simulasi yang telah dilakukan mendapatkan kontur distribusi temperatur dan juga didapatkan nilai *heatflux*. Dari penelitian didapatkan nilai *heatloss* yang paling tinggi adalah pada bahan *concrete* dengan ketebalan 2 cm sebesar 2954,97 watt, dan paling rendah adalah bahan *firebrick* dengan ketebalan 5 cm sebesar 4,33Watt. Agar mendapatkan nilai *heatloss* yang mendekati nol maka dilakukan simulasi ketebalan bahan *firebrick* 8 cm dan 10 cm, sehingga didapatkan nilai *heatloss* paling rendah sebesar 0,0003 watt pada ketebalan 10 cm. Dapat disimpulkan bahwa semakin tebal material maka nilai *heat loss* akan semakin rendah maka akan menghasilkan efisiensi tungku yang semakin tinggi hal ini disebabkan pengaruh ketebalan material yang mampu menyerap panas.

Kuniawati (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi ketebalan turbulator terhadap koefisien perpindahan panas konveksi rata – rata, dengan semakin bertambahnya variasi ketebalan turbulator maka koefisien perpindahan panas konveksi rata - rata juga akan semakin meningkat. Karena aliran laminar dipaksa untuk berubah menjadi aliran turbulent sebelum terjadi separasi sehingga ada penambahan energi pada aliran yang menyebabkan aliran udara menjadi lebih sulit untuk terlepas dari permukaan silinder. Kondisi aliran tersebut akan mempengaruhi besarnya perpindahan panas.

Pada penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan *perforated burner* berbahan aluminium, seperti penelitian sebelumnya (Al-Hasan, 2015) pada penelitian ini juga menggunakan selubung dengan material berbahan keramik dan berjarak 4 mm antara selubung dengan panci yang didasari pada penelitian sebelumnya (Widiandra dan Ashari, 2014). Yang membedakan pada penelitian ini yaitu dengan menambahkan material *grid* pada *perforated burner* nya.

2.2 Energi Panas

Energi panas merupakan energi yang tidak bisa terlepas dari seluruh perubahan energi yang terjadi dalam semua energi. Dimana dalam hal ini, energi panas adalah energi yang dimiliki suatu sistem, yang dapat berpindah dari sistem satu ke sistem yang lain sebagai akibat adanya perbedaan temperatur, yaitu dari temperatur tinggi ke temperatur rendah (Cengel, 2003:2). Secara umum perpindahan panas yang terjadi

adalah panas yang digunakan untuk menaikkan suhu (kalor sensibel) dan panas yang digunakan untuk mengubah wujud atau fase (kalor laten). Perpindahan panas dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

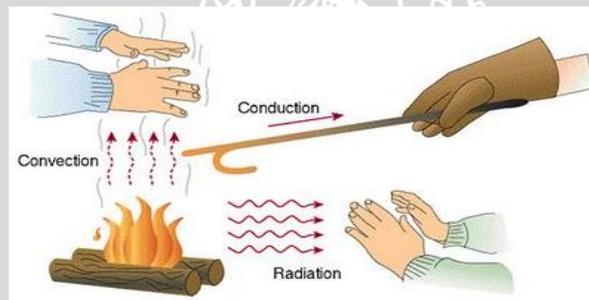
Besarnya energi pada sistem tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\dot{Q} = \dot{m} C_p \Delta T \quad (\text{Cengel,2003:13}) \quad (2-1)$$

Keterangan :

\dot{Q}	=	Energi kalor	(W)
\dot{m}	=	Laju aliran massa fluida	(kg/s)
C_p	=	Kalor spesifik pada tekanan konstan	(J/kg.°C)
ΔT	=	Perubahan temperatur	(°C)

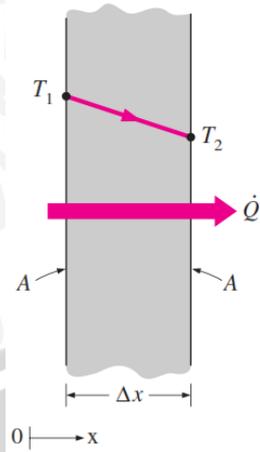
Panas yang ditransfer dari suatu sistem ke sistem yang lain terjadi melalui tiga metode yaitu perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi.



Gambar 2.1 Ilustrasi proses perpindahan panas
Sumber: Narilisia (2013)

2.2.1 Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas konduksi didefinisikan sebagai suatu perpindahan panas baik yang terjadi pada benda padat, benda cair maupun gas, dimana panas mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke suhu yang lebih rendah dalam satu atau beberapa medium yang bersinggungan secara langsung.



Gambar 2.2 Perpindahan panas konduksi

Sumber: Cengel (2003:18)

Dibawah ini adalah rumus perpindahan panas secara konduksi :

$$Q_{konduksi} = kA \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (\text{Cengel, 2003:18}) \quad (2-2)$$

Keterangan :

$Q_{konduksi}$	=	Laju perpindahan kalor konduksi	(W)
k	=	Konduktivitas termal bahan	(W/m°C)
A	=	Luas permukaan perpindahan panas	(m ²)
$T_1 - T_2$	=	Perbedaan temperatur	(°C)
Δx	=	Ketebalan permukaan pada arah x	(m)

2.2.2 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi antara permukaan padat dengan benda cair maupun gas yang bergerak dari temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah dan melibatkan juga perpindahan panas secara konduksi serta dipengaruhi oleh pergerakan dari fluida itu sendiri.

Secara umum, perpindahan kalor konveksi dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

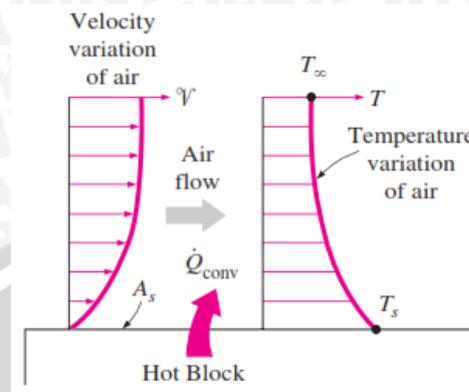
1. Konveksi Bebas

Adalah perpindahan panas konveksi yang terjadi karena perbedaan kerapatan fluida. Proses ini disebut juga konveksi alamiah.

2. Konveksi Paksa

Adalah konveksi yang terkena gaya atau energi dari luar sehingga dapat mentransfer panasnya, misalnya dibantu oleh alat pendukung yang memiliki energy tekana yang besar seperti berupa pompa maupun kompresor. Karena ada alat

pendukung ini maka perpindahan panasnya pun yang dihasilkan akan lebih tinggi dari konveksi bebas.



Gambar 2.3 Perpindahan kalor konveksi dari suatu permukaan
Sumber : Cengel (2003:26)

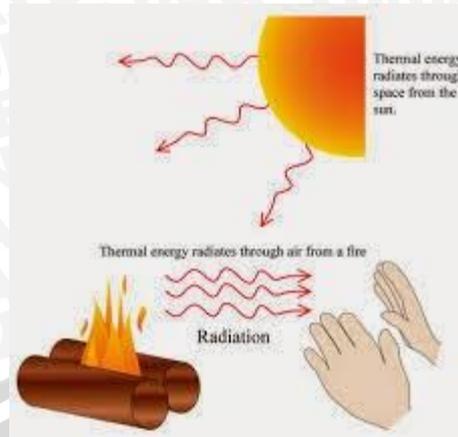
$$\dot{Q}_{conv} = h A_s (T_s - T_\infty) \quad (\text{Cengel, 2003:26}) \quad (2-3)$$

Keterangan :

- \dot{Q}_{conv} = Laju perpindahan panas konveksi (Watt)
- h = Koefisien perpindahan panas konveksi ($\text{W}/\text{m}^2\text{C}$)
- A = Luas permukaan perpindahan kalor (m^2)
- T_s = Temperatur permukaan benda ($^\circ\text{C}$)
- T_∞ = Temperatur fluida pada jarak tertentu dari permukaan ($^\circ\text{C}$)

2.2.3 Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah perpindahan panas yang berupa pancaran energi terus menerus dari suatu benda ke benda lainnya. Energi ini disebut juga energi radian dan berbentuk seperti gelombang elektromagnetik. Gelombang ini dapat bergerak dengan kecepatan cahaya dan dapat melewati ruang hampa maupun juga udara (namun jika gelombang ini berpindah melalui udara atau benda yang tak dapat dilaluinya maka energi tersebut akan terserap oleh penghalang tersebut).



Gambar 2.4 Perpindahan kalor secara radiasi
 Sumber : Indrawan (2015)

Dibawah ini adalah rumus dari radiasi :

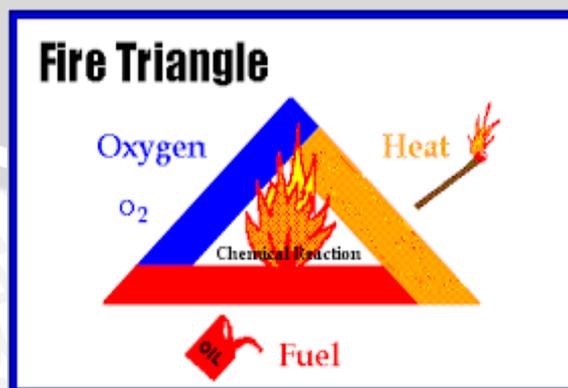
$$Q_{radiasi} = \epsilon \sigma A_s T_s^4 \quad (\text{Cengel, 2003:28}) \quad (2-4)$$

Keterangan :

- $Q_{radiasi}$ = Laju perpindahan panas radiasi (Watt)
- ϵ = Emisivitas; $0 \leq \epsilon \leq 1$
- σ = Konstanta Stefan-Boltzman; $(5.67 \times 10^8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4)$
- A_s = Luas permukaan perpindahan kalor (m^2)
- T_s = Temperatur absolut ($^{\circ}\text{C}$)

2.3 Pembakaran

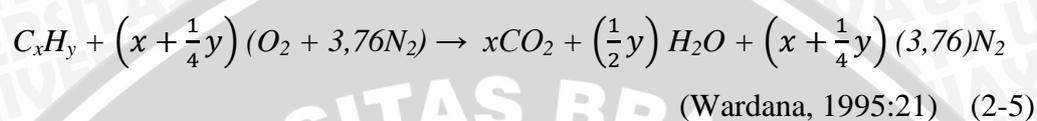
Yang menyebabkan dapat terjadinya suatu proses pembakaran yaitu karena adanya reaksi oksidasi antara bahan bakar dan udara (oksigen) dengan tambahan energi aktivator sebagai pemantik reaksinya dan berakibat timbulnya cahaya dan menghasilkan panas (Turns, 1996).



Gambar 2.5 Konsep pembakaran
 Sumber: Edu (2012)

Pembakaran sangat bergantung pada kondisi bahan bakar, udara dan temperatur pembakarannya yang terjadi dalam proses pemanasan. Pembakaran dapat dikatakan sempurna jika pembakaran tersebut dapat menghasilkan produk pembakaran secara sempurna dari reaksi yang dilakukan. Dan salah satu cara untuk menciptakan terjadinya pembakaran yang sempurna adalah dengan menggunakan udara lebih (*excess air*), yaitu udara yang diberikan pada proses pembakaran dalam jumlah yang lebih besar dari jumlah bahan bakar teoritisnya.

Dibawah ini adalah reaksi pembakaran :



2.4 Bahan Bakar

Dalam penelitian ini digunakan bahan bakar yang berbentuk gas, hal ini dilakukan untuk menggantikan bahan bakar minyak yang telah mengalami penurunan kuantitas terhadap ketersediaannya di alam. Dalam hal ini bahan bakar gas tersebut berbentuk dalam jenis *Liquid Petroleum Gas* (LPG).

LPG sendiri diproduksi dan dipasarkan langsung di Indonesia oleh PT. Pertamina, LPG memiliki tiga spesifikasi, yaitu :

1. LPG Campuran

Bahan bakar gas LPG yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, industri dan komersial. Terdiri dari 50% volume propana dan 50% volume butana serta ditambahkan mercaptant yang berbau menyengat.

2. LPG Propana

Bahan bakar gas LPG yang digunakan untuk kebutuhan khusus yaitu terdiri dari 95% propana dan ditambahkan mercaptant yang berbau menyengat.

3. LPG Butana

Bahan bakar gas LPG untuk kebutuhan industri yaitu bahan bakar LPG butana. Terdiri 97,5% butana dan ditambahkan mercaptant yang berbau menyengat.

2.5 Keseimbangan Energi Pada Sistem Pemanasan

1. Energi Pembakaran

Adalah energi yang dibutuhkan suatu sistem dalam waktu tertentu untuk mencapai suhu yang diinginkan dalam proses pemanasan. Dalam hal ini energi

pembakaran adalah energi yang dikeluarkan oleh gas LPG untuk memanaskan objek penelitian.

$$\text{Energi pembakaran} = \dot{m}_{\text{gas}} \times t \times LHV_{\text{LPG}} \quad (\text{Wardani, 2007:9}) \quad (2-6)$$

Keterangan :

\dot{m}_{gas} = massa alir gas (l/s)

t = waktu pemanasan (s)

LHV_{LPG} = nilai terendah terbakarnya gas (kJ/kg)

2. Energi Serap

Adalah energi yang diserap oleh air pada saat proses pemanasan.

$$\text{En. serap} = m_{\text{H}_2\text{O}} \times C_{p_{\text{H}_2\text{O}}} \times (T_2 - T_1) \quad (\text{Wardani, 2007:9}) \quad (2-7)$$

Keterangan :

$m_{\text{H}_2\text{O}}$ = massa air (liter)

$C_{p_{\text{H}_2\text{O}}}$ = berat jenis air (kJ/kg °K)

ΔT = perbedaan temperatur (°C)

3. Energi Total yang Hilang

Adalah energi yang hilang secara keseluruhan ke lingkungan dan terserap oleh selubung radiasi.

$$\text{Energi Total Hilang} = \text{Energi Pembakaran} - \text{Energi Serap} - \text{Energi Radiasi} \quad (\text{Wardani, 2007:7}) \quad (2-8)$$

4. Efisiensi Sistem Pemanasan

Adalah perbandingan banyaknya energi yang diserap oleh air terhadap banyaknya energi yang digunakan oleh bahan bakar dalam proses sistem pemanasan.

$$\eta = \frac{\text{Energi serap}}{\text{Energi pembakaran}} \times 100 \% \quad (\text{Wardani, 2007:10}) \quad (2-9)$$

2.6 Hipotesa

Dengan pemakaian *grid* yang semakin tebal maka efisiensi yang dihasilkan akan semakin besar pula, hal ini dikarenakan panas yang keluar dari *perforated burner* akan diserap oleh *grid* sehingga selain meminimalisir nilai energi yang hilang ke lingkungan, penggunaan material yang semakin tebal pada *grid* juga akan meningkatkan

kemampuan dalam menyimpan panas yang lebih besar dan juga menyebabkan aliran panas menjadi lebih turbolensi sehingga bidang kontak antara udara dan bahan bakar lebih besar sehingga mengakibatkan pemanasan yang lebih baik. Dengan meningkatnya temperatur pada *grid* dan aliran menjadi turbolensi maka temperatur di ruang bakar juga akan meningkat sehingga panas yang dihasilkan akan lebih tinggi sehingga mempercepat proses pemanasan.

