

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian sebelumnya

Wardani (2007) melakukan penelitian tentang penghematan bahan bakar gas. Penambahan selubung di sekitar bawah panci dapat meningkatkan efisiensi karena hasil pembakaran tidak menyebar dan terbuang ke lingkungan..

Widiandra (2014) melakukan penelitian tentang material selubung sebagai isolator yang berupa material berbahan aluminium, besi dan keramik. Pada hasil penelitian, efisiensi tertinggi diperoleh dengan pengujian menggunakan selubung berbahan keramik yaitu sebesar 46,36 % dengan waktu yang singkat yaitu sebesar 521 detik, 32 detik lebih cepat daripada tanpa menggunakan selubung, 9 detik lebih cepat daripada menggunakan selubung aluminium dan 31 detik lebih cepat daripada menggunakan selubung besi.

Ashari (2014) melakukan penelitian tentang jarak selubung dengan panci terhadap efisiensi sistem pemanasan menggunakan kompor gas. Variasi jarak selubung yang digunakan adalah 7, 6, 5, 4, 3, 2, dan 1 mm dengan selubung yang menggunakan bahan keramik. Hasil dari penelitian menunjukkan dengan jarak 4 mm memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sebesar 46,36 %.

Pengaruh *perforated burner* terhadap karakteristik api pada pembakaran *premixed* telah diteliti oleh Zulkarnaen (2014) *Perforated burner* 7 lubang digunakan sebagai bagian instalasi penelitian dan dibandingkan dengan *bunsen burner* untuk mengamati perbedaan karakteristik nyala api yang meliputi tinggi api, temperatur, serta kecepatan pembakaran laminar, dengan variasi rasio ekuivalen masing-masing *burner*. Pada hasil penelitian menunjukkan, nilai tinggi api dan temperatur api *perforated burner* dapat mempengaruhi, dimana pada *perforated burner* nilai temperatur api yang dihasilkan lebih tinggi dari *bunsen burner*. Sedangkan untuk nilai tinggi api, *perforated burner* cenderung naik seiring dengan penambahan nilai rasio ekuivalen, sedangkan *bunsen burner* cenderung stabil dengan nilai penurunan yang relatif kecil. Untuk stabilitas api, pada *perforated burner* menghasilkan lebih baik dimana pada *perforated burner* api padam setelah rasio ekuivalen 0.66 sedangkan pada *bunsen burner* terjadi pada ekuivalen rasio 0.99

Kanzul (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh laju aliran fluida yang masuk terhadap kapasitas penukar panas dengan menggunakan pembuluh dan kawat

yang berlekuk-lekuk (*coil*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju aliran fluida yang masuk berpengaruh terhadap penukar panas. Hal ini terbukti laju aliran yang tinggi dapat menyerap kapasitas panas yang tinggi pula, ditambah dengan bentuk pembuluh dan kawat yang berlekuk-lekuk menyebabkan penukar panas lebih optimum, karena luas penampang kawat lebih besar.

2.2 Energi Kalor

Energi kalor adalah suatu energi yang dapat berpindah dari sistem satu ke sistem yang lain karena adanya perbedaan temperatur. Pada fluida yang mengalir steady di dalam suatu saluran dimana terdapat satu inlet dan satu outlet maka laju aliran massa fluida yang masuk sama dengan laju aliran massa fluida keluar atau $\dot{m}_{in} = \dot{m}_{out} = \dot{m}$. Besarnya laju energi pada sistem dapat dinyatakan pada Persamaan 2-1.

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

Dengan:

\dot{Q}	=	Laju 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)

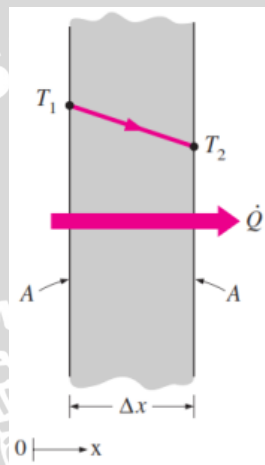
2.3 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah peristiwa berpindahan energi dari suatu daerah ke sistem lainnya karena adanya perbedaan temperatur, perpindahan energi selalu terjadi dari suatu daerah bersuhu tinggi ke daerah lain yang bersuhu rendah. Syarat utama perpindahan panas yaitu dengan adanya perbedaan temperatur. Jika kedua sistem mempunyai temperatur yang sama maka tidak akan ada perpindahan panas pada kedua daerah tersebut.

2.3.1 Konduksi

Perpindahan panas konduksi merupakan proses dimana panas mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu rendah di dalam satu medium meliputi padat, cair atau gas atau antara medium-medium berlainan yang bersinggungan secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar. Pada benda padat perpindahan panas konduksi terjadi dikarenakan adanya kombinasi perpindahan energi

dan getaran molekul oleh elektron bebas. Gerakan dari atom dan elektron bebas yang sebelumnya bergetar dengan setimbang ketika dipanaskan, dapat berubah menjadi getaran yang lebih besar sehingga akan menumbuk atom-atom dan elektron yang ada disekitarnya. Interaksi antar atom dan elektron tersebut dapat mengakibatkan adanya perpindahan energi dari atom yang satu ke atom yang lain, sehingga panas akan merambat secara atomic. Sedangkan pada benda cair dan gas perpindahan panas konduksi terjadi dikarenakan adanya tumbukan serta *difusi* pada molekul selama mengalami gerak acak akibat kenaikan temperatur.



Gambar 2.1 Perpindahan panas konduksi
Sumber: Cengel (2003:18)

Rumus untuk perpindahan panas konduksi dapat dilihat pada Persamaan 2-2.

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

Dengan:

Q_{konduksi}	=	Laju perpindahan panas 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)

Dimana konstanta k adalah konduktivitas termal material, yang merupakan ukuran kemampuan suatu material untuk menghantarkan panas. Tabel 2.1 menunjukkan konduktivitas thermal beberapa material.

Tabel 2.1 Konduktivitas thermal beberapa material

<i>Bahan</i>	<i>Konduktivitas Thermal W/m °C</i>
Logam	
Perak	410
Tembaga	385
Aluminium	202
Nikel	93
Besi	73
Baja Karbon	43
Timbal	35
Baja krom-nikel	16,3
Non Logam	
Kuarsa	41,6
Magnesit	4,15
Marmar	2,08-2,94
Batu pasir	1,83
Kaca, jendela	0,78
Kayu maple	0,17
Serbuk Gergaji	0,059
Wol kaca	0,038

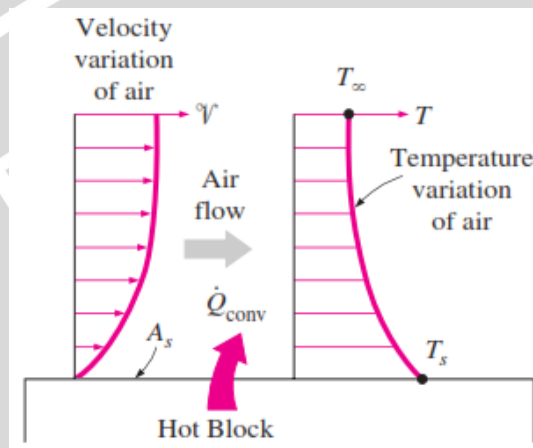
Sumber: Holman J.P. (1993:7)

Pada Tabel 2.1 dapat dilihat bahwa konduktivitas thermal tertinggi adalah perak, kemudian tembaga. Meskipun tembaga memiliki urutan kedua tetapi material tersebut sering digunakan untuk penghantar panas, karena tembaga lebih ekonomis daripada perak.

2.3.2 Konveksi

Perpindahan panas konveksi merupakan proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan fluida padat, cair maupun gas. Semakin cepat gerakan fluida maka akan semakin besar juga laju perpindahan kalor konveksinya. Contohnya yaitu pada proses pendinginan balok panas yang ditiupkan udara dingin maka proses perpindahan panas konveksi akan mengalir secara konduksi dari permukaan benda padat ke partikel-partikel lapisan fluida yang berbatasan, kemudian energi tersebut akan menjauh dari permukaan benda padat melalui perpindahan panas konveksi. Terjadi dua proses yang secara bersamaan yaitu

kombinasi dari efek konduksi yang ada pada fluida akibat gerakan ke segala arah antar partikel-partikel fluida yang memiliki energi lebih rendah dan adanya gerakan fluida secara makroskopis, yang dapat menggantikan fluida yang telah panas disekitar permukaan benda padat dengan fluida dingin. Sehingga akan dihasilkan temperatur fluida yang lebih rendah atau lebih tinggi pada lapisan-lapisan fluida yang saling berinteraksi melakukan perpindahan panas, hal tersebut dapat menyebabkan laju perpindahan panas akan semakin tinggi.



Gambar 2.2 Perpindahan panas konveksi dari suatu permukaan panas dengan konveksi
 Sumber: Cengel (2003:26)

Berikut adalah rumus dari perpindahan panas konveksi, yaitu yang terdapat pada Persamaan 2-3.

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

Dengan:

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

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

1. Konveksi Bebas (*Free Convection*)

Konveksi bebas merupakan gerakan perpindahan fluida yang terjadi karena adanya perbedaan densitas atau kerapatan fluida yang disebabkan oleh adanya

perbedaan temperatur, proses ini terjadi secara alamiah sehingga disebut konveksi alamiah.

2. Konveksi Paksa (*Forced Convection*)

Konveksi paksa merupakan gerakan fluida yang dipaksa bergerak oleh adanya gaya atau energi dari luar, misalnya oleh kipas. Perpindahan kalor yang dihasilkan akan lebih tinggi dari konveksi bebas.

2.3.3 Radiasi

Perpindahan panas radiasi merupakan proses perpindahan panas dimana panas mengalir dari pancaran suatu benda yang mempunyai temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah bila benda-benda tersebut terpisah di dalam ruang. Gelombang tersebut dapat bergerak secepat kecepatan cahaya dan dapat melewati ruang hampa, serta melalui udara. Semua benda dapat memancarkan radiasi secara terus-menerus. Intensitas pancaran tergantung pada suhu dan sifat permukaan. Menurut hukum Stefan, radiasi merupakan pancaran energi dari suatu sumber kalor dan dinyatakan oleh Persamaan 2-4.

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

Dengan:

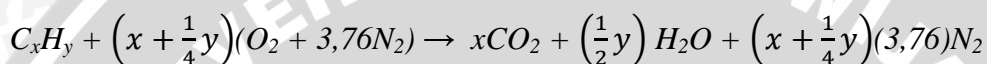
$Q_{radiasi}$	=	Laju perpindahan panas radiasi	(Watt)
ϵ	=	Emisivitas; $0 \leq \epsilon \leq 1$	
σ	=	Konstanta Stefan-Boltzman;	$(5.67 \times 10^8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4)$
A_s	=	Luas permukaan perpindahan kalor	(m^2)
T_s	=	Temperatur absolut	$(^\circ\text{C})$

2.4 Pembakaran

Pembakaran merupakan proses reaksi oksidasi yang terjadi antara bahan bakar dan oksigen dengan bantuan energi aktivasi, disertai timbulnya cahaya dan akan menghasilkan kalor (Turns, 1996). Energi aktivasi berfungsi untuk memutus ikatan-ikatan bahan bakar menjadi ion dan sangat efektif. Kemudian Ion-ion tersebut bereaksi dengan oksigen membentuk ikatan yang lebih kuat dan kelebihan-kelebihan energi ikatan yang akan dilepas kedalam sistem, sehingga menyebabkan temperatur menjadi lebih tinggi.

Pembakaran sempurna yaitu suatu proses pembakaran yang dapat menghasilkan produk pembakaran secara sempurna atau disebut kondisi stoikiometri. Produk pembakaran untuk senyawa hidrokarbon adalah CO_2 , H_2O dan N_2 sebagai inert gas, dimana N_2 merupakan unsur inert gas yaitu tidak ikut bereaksi baik dengan bahan bakar maupun dengan oksigen.

Dalam proses pembakaran yang terjadi antara lain interaksi proses-proses kimia dan fisika yaitu perpindahan massa, perpindahan panas, pelepasan panas yang berasal dari energi ikatan-ikatan kimia, dan gerakan fluida. Untuk memenuhi pembakaran sempurna, semua C bereaksi menjadi CO_2 dan semua H_2 akan bereaksi menjadi H_2O . Reaksi pembakaran sempurna antara bahan bakar (C_xH_y) dengan udara secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Wardana, 1995:21):



Pembakaran tidak tergantung dari model ruang bakarnya tetapi juga tergantung kondisi bahan bakar, udara dan temperatur pembakarannya. Salah satu cara untuk memperbesar kemungkinan terjadinya pembakaran sempurna adalah dengan menggunakan udara lebih.

Keuntungan dari proses pembakaran adalah dapat memperoleh energi yang cepat dengan adanya reaksi kimia pembakaran yang berlangsung sangat cepat. Oleh karena itu, peningkatan kecepatan reaksi pembakaran merupakan faktor penting di dalam pembakaran. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan reaksi pembakaran adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan intensitas turbulensi untuk proses pencampuran reaktan.
2. Memperluas daerah kontak reaksi bahan bakar dan udara.
3. Meningkatkan temperatur pembakaran (pembakaran awal).

Karakter pembakaran dapat ditentukan oleh perilaku aliran reaktan saat melintasi zona reaksi, yaitu laminar ataupun turbulen. Dalam pembakaran laminar semua proses pencampuran dan proses penjarangan reaktan maupun panas terjadi secara molekuler. Sedangkan pada pembakaran turbulen semua proses pencampuran maupun proses penjarangan dibantu oleh gerakan pusaran-pusaran aliran makroturbulen. Nampak jelas bahwa permukaan api diaduk oleh pusaran turbulensi. Jadi dengan penambahan turbulen maka proses pembakaran yang sudah rumit menjadi lebih rumit lagi.

Turbulensi akan membantu meningkatkan kecepatan api atau kecepatan reaksi pembakaran (Wardana, 2008).

2.4.1 Nilai Panas (Panas Pembakaran)

Nilai panas dapat diukur dengan menggunakan *Bomb Calorimeter*. Data hasil uji ini kemudian digunakan untuk membuat persamaan empiric yang dikembangkan oleh DULONG – PETIT adalah:

$$\text{HHV} = 14544 \text{ C} + 62028 (\text{H} - \text{O}/8) + 4050 \text{ S Btu/Lb bahan bakar.}$$

$$\text{HHV} = 8080 \text{ C} + 3446 (\text{H} - \text{O}/8) + 2250 \text{ S kkal/Kg bahan bakar.}$$

$$\text{HHV} = 33950 \text{ C} + 144200 (\text{H} - \text{O}/8) + 9400 \text{ S kJ/Kg bahan bakar.}$$

Dimana: C = kandungan karbon dalam bahan bakar

H = kandungan hydrogen dalam bahan bakar

O = kandungan oksigen dalam bahan bakar

S = kandungan belerang dalam bahan bakar

Persamaan diatas hanya berlaku bila data ultimate analisis tersedia dengan kandungan oksigen d" 10% dan karbon e" 76%. Untuk penyimpangannya, dengan uji laboratoris lebih kurang 2%.

LHV dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{LHV} = \text{HHV} - x\text{LH}$$

Dimana : x = massa H_2O yang terbentuk dalam proses pembakaran / satuan massa bahan bakar.

$$\text{LH} = \text{Panas latent penguapan } \text{H}_2\text{O}$$

$$= 1080 \text{ Btu/Lb } \text{H}_2\text{O}$$

$$= 600 \text{ kkal/Kg } \text{H}_2\text{O}$$

$$= 2400 \text{ kJ/Kg } \text{H}_2\text{O}$$

2.5 LPG (*Liquified Petroleum Gas*)

LPG merupakan gas hasil minyak bumi yang dicairkan dengan menambah tekanan dan menurunkan temperaturnya, sehingga fasenya menjadi cair. Dalam kondisi atmosfer, LPG akan berbentuk gas, volume LPG dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. LPG biasanya terdiri dari gas *propane* dan *butane*. Gas-gas tersebut diperoleh dari destilasi minyak mentah. Hasil destilasi minyak mentah adalah:

- LPG sekitar 1-2 %
- Naphtha ringan 5-30 %
- Naphtha berat 5-10 %
- Kerosin 10-15 %
- Minyak gas 15-20 %
- Minyak residu 40-50 %

Ada dua tipe umum LPG yaitu dalam bentuk *propane* komersial. Jenis ini terdiri dari 90% *propane* dan *propylene* sedangkan sisanya adalah *ethane*, *ethene*, *butane*, *butene*. Tekanan uapnya pada 50°C adalah antara 11.5 sampai 19.3 *bar gauge*. Sedangkan temperatur penguapannya adalah lebih kecil atau sama dengan 15°C. Bentuk lain dari LPG adalah butane komersial. Jenis ini sebagian besar terdiri dari butane dan butene. Sedangkan sisanya kurang dari 19% mengandung propane dan propylene. Tekanan uap jenisnya pada 50°C adalah $p \leq 6.9$ *bar gauge*. Temperatur penguapannya adalah $T \leq 1^\circ\text{C}$.

LPG yang diproduksi dan dipasarkan di Indonesia oleh PT. Pertamina terdapat tiga jenis yaitu:

1. LPG Campuran

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

2. LPG Propana

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

3. LPG Butana

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

2.6 Keramik

Keramik adalah material organik dan material non metal dengan ikatan ion dan kovalen (dengan kata lain keramik adalah paduan antara senyawa logam dan bukan logam). Kata keramik berasal dari kata *keramikos* yang dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *burn stuff* (benda-benda yang dibakar) yang menunjukkan bahwa sifat-sifat

material keramik yang ingin diperoleh, dapat dicapai melalui proses pembakaran pada temperatur yang tinggi.

2.6.1 Sifat

Pada dasarnya keramik bersifat sebagai berikut:

- a. Sangat keras dan mudah pecah
- b. Isolator, baik elektrical maupun thermal
- c. Pada temperatur yang sangat tinggi temperatur lelehnya dan resistance terhadap korosi (stabilitas kimia keramik sangat tinggi).

2.6.2 Klasifikasi

Keramik yang biasa digunakan dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

- a. Keramik tradisional

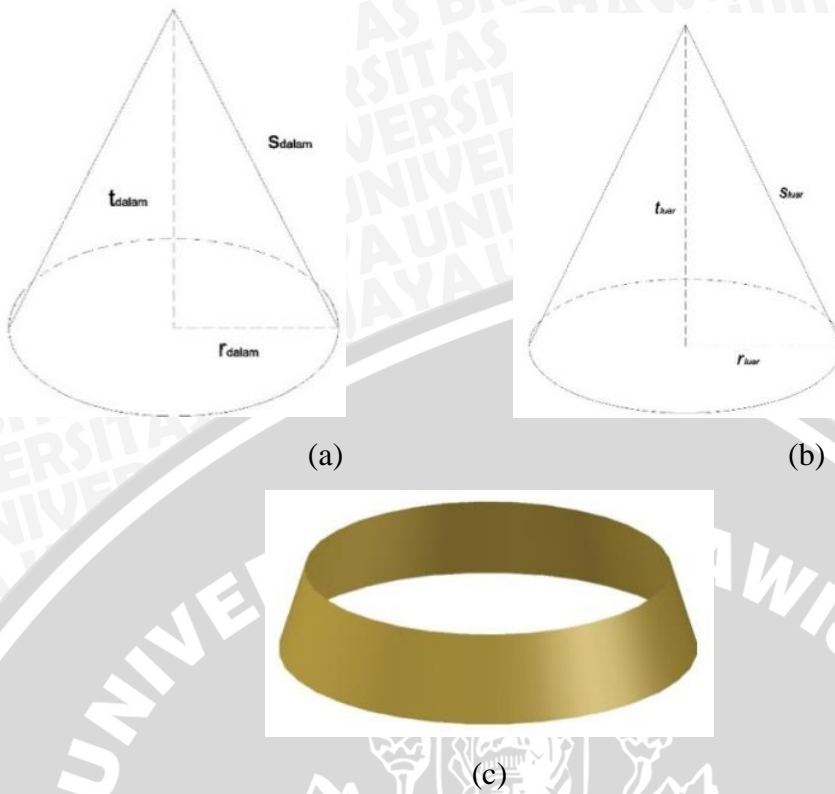
Biasanya dibuat dari bahan-bahan tanah seperti tanah putih, tanah merah (*Feldspar*), tanah liat (*clay*), silika, dan lainnya. Sebagai contoh keramik tradisional adalah porselen keramik, batu bata, guci, dan lain sebagainya (yang mana lebih menekankan ke arah yang bersifat artistik dalam proses pembuatannya).

- b. Keramik halus

Fine ceramics (keramik modern atau biasa disebut keramik teknik, advanced ceramic, engineering ceramic, technical ceramic) adalah keramik yang dibuat dengan menggunakan oksida-oksida logam atau logam, seperti: oksida logam (Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , dll). Penggunaannya: elemen pemanas, semikonduktor, komponen turbin, dan pada bidang medis. (Joelianingsih, 2004)

2.7 Selubung

Selubung merupakan alat yang digunakan untuk memfokuskan panas menuju dasar panci. Selubung disini terbuat dari material keramik, karena keramik merupakan isolator, sehingga panas tidak mudah untuk teradiasi ke lingkungan.



Gambar 2.3 Selubung radiasi (a) dimensi selubung dalam, (b) dimensi selubung luar, (c) selubung radiasi.
 Sumber: Widiandra (2014)

Pada penelitian sebelumnya, telah di tentukan luas penampang dari selubung tersebut.

$$\begin{aligned}
 S_{\text{Dalam}} &= \sqrt{r^2_{\text{Dalam}} + t^2_{\text{Dalam}}} \\
 &= \sqrt{(8^2) + (7^2)} \\
 &= 10,63 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\text{Luar}} &= \sqrt{r^2_{\text{Luar}} + t^2_{\text{Luar}}} \\
 &= \sqrt{(10,5^2) + (10^2)} \\
 &= 14,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$L_{\text{Dalam}} = \pi r s = 3.14 \times 8 \times 10.63 = 267,025 \text{ cm}^2$$

$$L_{\text{Luar}} = \pi r s = 3.14 \times 10.5 \times 14.5 = 478.065 \text{ cm}^2$$

Sehingga,



$$\begin{aligned}
 A_{\text{selubung}} &= L_{\text{Luar}} - L_{\text{Dalam}} \\
 &= 478,065 - 267,025 \\
 &= 211,04 \text{ cm}^2 \\
 &= 0.0211 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

2.8 Kesetimbangan Energi

Dalam memanaskan air terdapat kesetimbangan energi, yaitu energi yang masuk sama dengan energi yang keluar. Rumus kesetimbangan energi dapat dijelaskan pada Persamaan 2-5 dan 2-6.

$$Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}} \quad (2-5)$$

$$Q_{\text{pembakaran}} = Q_{\text{serap air}} + Q_{\text{hilang}} + Q_{\text{rad selubung}} \quad (\text{Wardani, 2008:7}) \quad (2-6)$$

Rumus untuk energi hasil pembakaran dapat dilihat pada Persamaan 2-7.

$$Q_{\text{pembakaran}} = \dot{m}_{\text{gas}} \times t \times LHV_{\text{LPG}} \quad (\text{Wardani, 2008:9}) \quad (2-7)$$

Dengan:

\dot{m}_{gas} : Massa alir LPG (kg/s)

t : Waktu pembakaran (s)

LHV_{LPG} : *Low Heating Value* bahan bakar (kJ/kg)

Rumus untuk energi yang diserap oleh air dapat dilihat pada Persamaan 2-8.

$$Q_{\text{serap air}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \times C_{p_{\text{H}_2\text{O}}} \times \Delta T \quad (\text{Wardani, 2008:9}) \quad (2-8)$$

Dengan,

$m_{\text{H}_2\text{O}}$: massa air (kg)

$C_{p_{\text{H}_2\text{O}}}$: kapasitas kalor (kJ/kg K)

ΔT : perbedaan temperatur (K)

Rumus untuk energi radiasi yang diradiasikan oleh selubung yaitu pada Persamaan 2-9.

$$Q_{\text{rad selubung}} = \varepsilon_{\text{Selubung}} \sigma A_{\text{Selubung}} (T_{\text{Selubung}}^4 - T_{\text{Lingkungan}}^4) \quad (2-9)$$

Dengan,

$\varepsilon_{\text{Selubung}}$: Emisivitas selubung (0,62)

σ : Konstanta Stevan-Bolzman ($5,67 \times 10^8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)

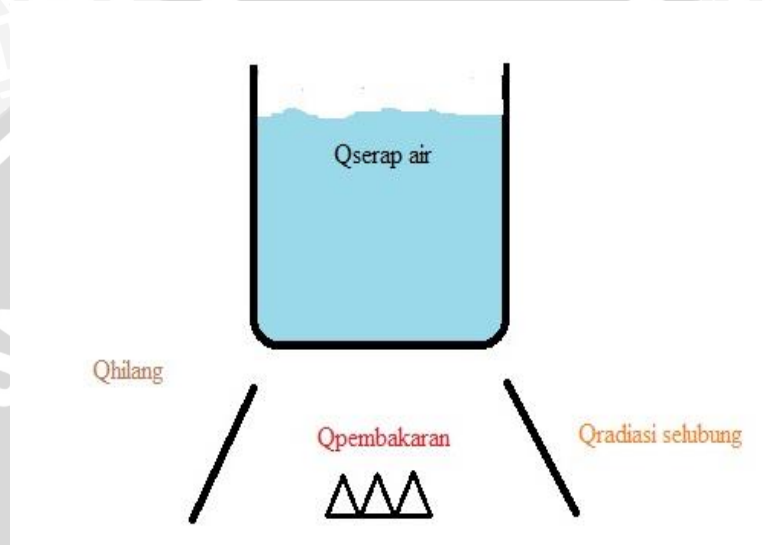
$A_{selubung}$: Luas penampang selubung ($0,0211 \text{ m}^2$)

$T_{selubung}$: Temperatur akhir selubung (K)

$T_{lingkungan}$: Temperatur Lingkungan (K)

Sedangkan untuk energi yang hilang terdapat pada Persamaan 2-10.

$$Q_{hilang} = Q_{pembakaran} - Q_{serap\ air} - Q_{rad\ selubung} \quad (2-10)$$



Gambar 2.4 Model sistem pemanasan air

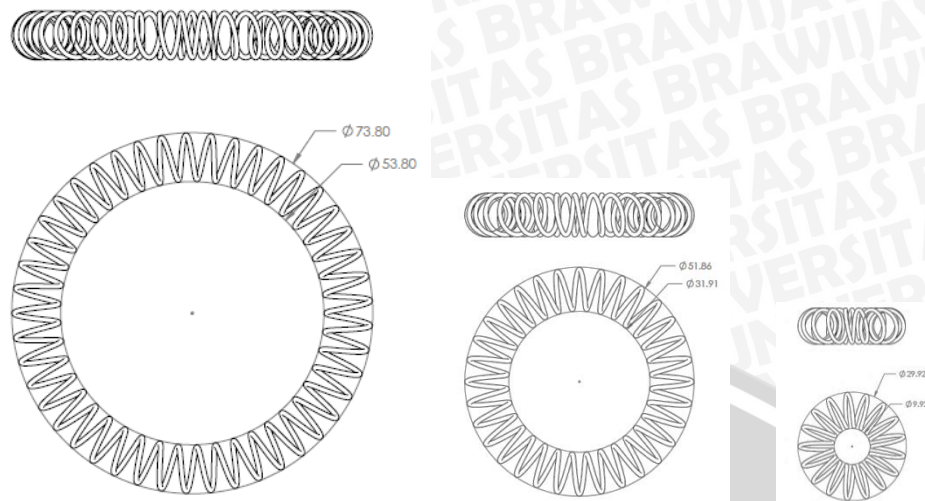
2.9 Efisiensi Sistem Pemanasan

Efisiensi thermal merupakan efisiensi perbandingan antara banyak energi yang diserap terhadap banyaknya energi pembakaran yang digunakan dapat dinyatakan pada persamaan 2-11.

$$\eta = \frac{Q_{serap\ air}}{Q_{pembakaran}} \quad (\text{Wardani, 2008:10}) \quad (2-11)$$

2.10 Grid dan Toroid

Grid merupakan daerah analisa yang dibagi atas elemen-elemen. Sedangkan toroida adalah salah satu jenis kumparan terbuat dari kawat panjang yang dililitkan secara rapat dan panjangnya lebih besar daripada jari-jarinya kemudian dilengkungkan hingga berbentuk lingkaran.



Gambar 2.5 Toroid grid
Sumber: Arsip pribadi

2.11 Hipotesa

Penambahan grid berbentuk toroida menyebabkan turbulensi di sekitar grid dan diharapkan dapat memperbaiki pencampuran bahan bakar dan udara. Grid sendiri diharapkan dapat menyimpan panas sehingga temperatur menjadi lebih tinggi. Temperatur yang tinggi akan mempercepat proses pemanasan, sehingga efisiensi sistem pemanasan pada kompor gas akan semakin meningkat.