

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Energi

2.1.1 Energi

Energi adalah sesuatu yang tidak mudah didefinisikan secara tepat. Sebuah energi abstrak yang sulit dibuktikan, tapi bisa dirasakan. Dalam ilmu fisika, energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja atau menghasilkan perubahan.

2.1.2 Klasifikasi Energi

Adapun klasifikasi energi sebagai adalah berikut.

1. Energi mekanik

Energi yang tersimpan dalam energi kinetik atau energi potensial dan dapat ditransisi atau transfer untuk menghasilkan usaha/kerja.

2. Energi kinetik

Energi yang dimiliki oleh objek penggerak karena gerakan dan kecepatannya.

3. Energi Potensial

Energi yang dimiliki oleh suatu benda akibat adanya pengaruh tempat atau kedudukan dari benda tersebut

4. Energi Listrik

Energi yang berkaitan dengan akumulasi arus elektron dan bentuk transisi atau transfernya adalah aliran elektron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektrostatis dan merupakan energi yang berkaitan

dengan medan listrik akibat terakumulasinya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor. Energi medan listrik ekuivalen dengan energi medan elektromagnetis yang sama dengan energi yang berkaitan dengan medan magnet yang timbul akibat aliran elektron melalui kumparan induksi.

5. Energi kimia

Energi yang keluar sebagai hasil interaksi elektron di mana dua atau lebih atom/molekul berkombinasi sehingga menghasilkan senyawa kimia yang stabil. Energi kimia hanya dapat terjadi dalam bentuk energi tersimpan. Bila energi dilepas dalam suatu reaksi maka reaksinya disebut reaksi eksotermis yang dinyatakan dalam kJ, BTU, atau kkal. Bila dalam reaksi kimia energinya terserap maka disebut dengan reaksi endotermis. Sumber energi bahan bakar yang sangat penting bagi manusia adalah reaksi kimia eksotermis yang pada umumnya disebut reaksi pembakaran. Reaksi pembakaran melibatkan oksidasi dari bahan bakar fosil.

6. Energi Nuklir

Energi nuklir adalah energi dalam bentuk energi tersimpan yang dapat dilepas akibat interaksi partikel dengan atau di dalam inti atom. Energi ini dilepas sebagai hasil usaha partikel-partikel untuk memperoleh kondisi yang lebih stabil. Satuan yang digunakan adalah juta-an elektron reaksi. Reaksi nuklir dapat terjadi pada peluruhan radioaktif, fisi, dan fusi.

7. Energi Panas (*Thermal*)

Merupakan bentuk energi dasar di mana dalam kata lain adalah semua energi yang dapat dikonversikan secara penuh menjadi energi panas. Sebaliknya, pengonversian dari energi termal ke energi lain dibatasi oleh hukum termodinamika

II. Bentuk energi transisi dan energi termal adalah energi panas (kalor), dapat pula dalam bentuk energi tersimpan sebagai kalor laten atau kalor sensibel yang berupa entalpi.

8. Energi Cahaya

Energi cahaya adalah energi yang dibawa oleh gelombang cahaya

2.1.3 Konversi Energi

Energi dalam pengetahuan teknologi dan fisika dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha. Energi di alam adalah kuantitas konstan (hukum pertama termodinamika). Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya, misalnya pada kompor di dapur, energi yang tersimpan dalam minyak tanah diubah menjadi api. Selanjutnya, jika api digunakan untuk memanaskan air di dalam panci, energi tersebut diubah kembali menjadi pergerakan molekul air. Perubahan bentuk energi ini disebut konversi, dan perpindahan energi karena perbedaan suhu disebut kalor. Energi juga dapat ditransfer dari satu sistem ke sistem lain melalui gaya yang menyebabkan perubahan posisi suatu benda. Perpindahan energi ini merupakan kemampuan sistem untuk menghasilkan kerja yang berdampak positif bagi kebutuhan manusia. Energi adalah kuantitas yang tersimpan, dapat berubah bentuk, dan dapat berpindah dari satu sistem ke sistem lainnya, tetapi jumlah totalnya tetap sama.

2.1.4 Sistem Konversi Energi

Energi dalam suatu sistem tertentu dapat dirubah menjadi usaha, artinya kalau energi itu dimasukkan ke dalam sistem dan dapat mengembang untuk menghasilkan usaha. Sebagai contoh sistem konversi energi, apabila bahan bakar bensin (premium)

yang dimasukkan ke dalam silinder mesin konversi energi jenis motor pembakaran dalam, misalnya sepeda motor. Energi (C_8H_{18} /iso-oktan atau nilai kalor) yang tersimpan sebagai ikatan atom dalam molekul bensin/premium dilepas pada waktu terjadi pembakaran dalam silinder, hasil pembakaran ini ditransfer menjadi energi panas/kalor. Energi panas yang dihasilkan ini akan mendorong torak/piston yang ada dalam silinder, akibatnya torak/piston akan bergerak. Bergeraknya torak/piston terjadi transformasi energi, yaitu dari energi panas menjadi energi kinetik. Selanjutnya energi kinetik ditransfer menjadi energi mekanik yang menghasilkan usaha (kerja). Kerja yang merupakan hasil kemampuan dari sistem yang berguna bagi kepentingan manusia, yaitu dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain yang jauh jaraknya.

2.1.5 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah proses penting yang terjadi dalam sistem pembakaran, termasuk pada kompor berbahan bakar oli. Dalam hal ini perpindahan panas mengacu pada bagaimana energi panas dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan kemudian disalurkan melalui mekanisme konduksi, konveksi, radiasi.

1. Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas konduksi adalah proses transfer energi dari satu molekul ke molekul lainnya dalam suatu bahan padat atau fluida yang tidak mengalami perpindahan massa. Pada sistem kompor, konduksi terjadi pada dinding kompor, dimana panas dari pembakaran bahan bakar oli melalui logam kompor dan kemudian dihantarkan ke udara atau objek yang dipanaskan. Besarnya laju perpindahan panas secara konduksi tergantung pada sifat termal bahan dinding kompor, tebal dinding, serta perbedaan suhu antara sisi dalam dan sisi luar kompor.

$$Q = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- Q : Laju perpindahan panas (Watt, W)
- k : Konduktivitas termal bahan (W/m·K)
- A : Luas penampang perpindahan panas (m²)
- ΔT : Selisih suhu antara dua sisi material (K atau °C)
- Δx : Ketebalan material yang dilalui panas (m)

2. Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah proses transfer energi panas melalui pergerakan fluida (gas atau cairan), yang terjadi akibat dan kepadatan dalam fluida tersebut. Dalam penggunaan kompor berbahan bakar oli, proses konveksi terjadi ketika udara disekitar nyala api bergerak akibat perbedaan suhu.

$$Q = h \cdot A \cdot \Delta T \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

- Q : Laju perpindahan panas (Watt,W)
- h : Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m²·K)
- A : Luas permukaan perpindahan panas (m²)
- ΔT : Perbedaan suhu antara permukaan pemanas

3. Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi adalah perpindahan energi panas dalam bentuk gelombang elektromagnetik, dimana energi elektromagnetik ini akan menjadi panas jika diserap oleh benda lain. Pada kompor berbahan bakar oli, panas yang dihasilkan oleh nyala api juga dipancarkan sebagai energi radiasi ke lingkungan sekitarnya. Perpindahan

panas secara radiasi tidak memerlukan medium material, sehingga bisa terjadi dalam ruang hampa.

$$Q = \sigma \cdot \epsilon \cdot A (T^4 - T_s^4) \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

Q : Energi panas yang dipindahkan per satuan waktu (Watt, W).

σ : Konstanta *Stefan-Boltzmann* ($5.67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2\text{K}^4$).

ϵ : Emisivitas permukaan (bernilai antara 0 hingga 1).

A : Luas permukaan yang memancarkan panas (m^2)

T : Suhu absolut permukaan yang memancarkan panas (K)

T_s : permukaan yang menerima radiasi (K)

2.3 Boiling Time

Boiling time adalah waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air atau cairan. Waktu mendidih juga dapat menunjukkan kecepatan kompor dalam mendidihkan air. Dalam konteks penggunaan kompor berbahan bakar oli, boiling time menjadi parameter penting untuk mengevaluasi efisiensi pemanasan kompor tersebut.

Pengaruh *Boiling time* pada kompor berbahan bakar oli dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut:

- a. Suhu awal cairan: Cairan yang lebih dingin membutuhkan waktu lebih lama untuk mendidih dibandingkan dengan cairan yang sudah hangat.
- b. Kapasitas panas sumber energi: Pemanas dengan daya tinggi akan mendidihkan cairan lebih cepat.

- c. Tekanan atmosfer: Pada ketinggian lebih tinggi, tekanan udara lebih rendah, sehingga cairan mendidih pada suhu lebih rendah, yang memengaruhi waktu mendidih.
- d. Jenis cairan: Cairan dengan kandungan zat terlarut atau cairan dengan titik didih tinggi memerlukan waktu lebih lama untuk mendidih
- e. Volume cairan: Semakin banyak cairan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mendidih.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

Q : Energi panas yang dibutuhkan (Joule)

m : Massa cairan yang dipanaskan (kg)

c : Kapasitas panas jenis cairan (J/kg°C)

ΔT : Perubahan suhu dari awal hingga titik didih (°C)

2.4 Fuel consumption rate (FCR)

Fuel consumption rate atau laju konsumsi bahan bakar adalah ukuran seberapa banyak bahan bakar yang digunakan oleh suatu mesin, kendaraan, atau alat tertentu dalam satuan waktu tertentu atau suatu jarak tertentu. Untuk persamaan *fuel consumption rate* dapat ditulis sebagai berikut:

$$FCR = \frac{mb}{\tau} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

FCR : Laju pembakaran (kg/s).

m_o : Massa oli (kg)

t : Waktu pembakaran s).

2.5 Flash Point

Flash point (titik nyala atau titik kilat) adalah titik temperatur terendah yang menyebabkan bahan bakar dapat menyalah. Penentuan titik nyalah ini berkaitan dengan keamanan dalam menyimpan dan penanganan bahan bakar. Untuk persamaan *flash point* dapat ditulis sebagai berikut:

$$T_{fb} \approx aT_b + b \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

T_{fb} : *Flash point* (°C)

T_b : Suhu didi (°C)

a, b : Bilangan konstanta empiris yang bergantung pada jenis cairan

Dalam proses pembakaran, bahan bakar dan udara bercampur dan terbakar dan pembakarannya bisa menimbulkan nyala api maupun tidak. Pengujian nyala api pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui warna, panjang dan temperatur yang dihasilkan dari berbagai variasi tekanan udara yang diberikan. Ada 2 faktor yang mempengaruhi nyala api, yakni faktor fisika (suhu) dan faktor kimia (zat-zat yang terbakar).

Dilihat dari faktor fisika (suhu) diketahui bahwa semakin tinggi suhunya maka warna api akan semakin biru keputih-putihan. Jadi api yang berwarna biru keputih-putihan lebih panas daripada api yang berwarna merah. Dilihat dari faktor kimia (zat-zat yang terbakar) oli bekas memiliki berbagai macam kandungan yang bisa menghambat proses pembakaran.

Terdapat 2 tipe nyala api yaitu nyala api *premix* (*Premixed Flame*) dan nyala api difusi (*Diffusion Flame*). Nyala api *premix* yaitu api yang dihasilkan ketika bahan bakar bercampur dengan oksigen yang telah bercampur sempurna sebelum pemberian

sumber api. Umumnya warna nyala api *premix* berwarna biru. Nyala api difusi yaitu api yang dihasilkan ketika bahan bakar dan oksigen bercampur dan penyalaaan dilakukan secara bersamaan. Nyala api difusi cenderung lebih lama nyala apinya dan menghasilkan asap yang lebih banyak daripada nyala api *premix*. Menurut (Tang, 2018) dalam skenario pembakaran, bahan bakar yang tidak terbakar terlalu dekat dengan permukaan kompor (*burner*) dan dibawa ke arah angin. Sisi bawah kompor biasanya panas lebih dulu. Kedua faktor tersebut bisa mempengaruhi penyebaran nyala api tetapi efeknya mungkin tidak sama.

Didunia ini ada berbagai macam warna api, jenis bahan bakar dan pencampurannya juga mempengaruhi nyala warna api yang dihasilkan. Menurut (Andreansyah, 2017), api memiliki beberapa warna dasar, adalah sebagai berikut:

1. Api Merah

Api merah/kuning bisa kita lihat saat pembakaran korek api atau kayu bakar. Dibanding warna lain, api jenis ini merupakan api dengan tingkat kepanasan paling rendah, yaitu kurang dari 1000 °C. Api ini merupakan bagian terluar dari matahari.



Gambar 2.1 Api Merah
Sumber : (Gilang Wahyu Ramadhan, 2020)

2. Api Biru

Api biru memiliki suhu sekitar kurang dari 2000 °C. Kita bisa melihat api ini di dapur saat menyalakan kompor gas. Api jenis ini sudah mengalami pembakaran

sempurna. Api biru memiliki tingkat kepanasan yang lebih tinggi dibandingkan api merah.



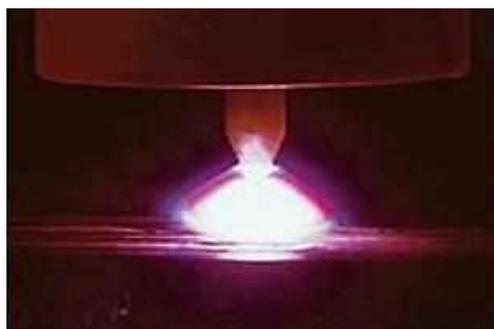
Gambar 2.2 Api Biru

Sumber: *(Gilang Wahyu Ramadhan, 2020)*

3. Api Putih

Api warna putih memang jarang atau susah dilihat dengan mata langsung. Api ini memiliki suhu di atas 2000 °C. Karena tingkat kepanasannya yang tinggi api jenis ini biasa digunakan di dalam dunia perindustrian.

Semakin lama api menyala konstan maka efisiensinya semakin tinggi (Budianto, dkk. 2014: bahwasannya nilai kalor mempengaruhi efisiensi dan kebutuhan bahan bakar yang digunakan).



Gambar 2.3 Api Putih

Sumber: *(Gilang Wahyu Ramadhan, 2020)*

2.6 Efisiensi Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia yang terjadi antara bahan bakar dengan oksigen dalam kehadiran temperatur tinggi (Turns dan Haworth, 2021). Proses

pembakaran melibatkan tiga unsur penting yang dikenal sebagai "tiga elemen api" yaitu bahan bakar, oksigen, dan sumber panas. Ketika bahan bakar teroksidasi dengan oksigen akan terbentuk api dan sejumlah energi berbentuk panas akan dilepaskan. Proses ini melibatkan berbagai reaksi kimia 16 kompleks yang mencakup tahap awal penghantaran, tahap penyalaan, tahap pembakaran primer, dan tahap pembakaran sekunder (Kuo, 2005). Reaksi ini menghasilkan karbon dioksida (CO₂), uap air (H₂O), dan membebaskan energi dalam bentuk panas.

Pembakaran juga memiliki beberapa karakteristik. Karakteristik pembakaran mencakup beberapa parameter penting seperti temperatur api, kecepatan pembakaran, efisiensi pembakaran, emisi, dan distribusi temperatur (Glassman dan Yetter, 2008). Temperatur api menggambarkan tingkat kepanasan api yang dihasilkan selama pembakaran, sedangkan kecepatan pembakaran mengacu pada kecepatan di mana bahan bakar terbakar. Efisiensi pembakaran mengukur sejauh mana energi bahan bakar dikonversi menjadi energi panas yang berguna, sedangkan emisi merujuk pada polutan yang dihasilkan selama proses pembakaran. Distribusi temperatur menggambarkan sejauh mana panas terdistribusi secara merata dalam sistem pembakaran (Turns dan Haworth, 2021).

a. Waktu Pembakaran

Untuk mencapai pembakaran yang sempurna, penting bagi bahan bakar dalam ruang bakar berada dalam zona pembakaran selama periode waktu yang memadai. Proses kimia pembakaran memerlukan durasi yang disebut sebagai waktu pembakaran.

b. Temperatur Pembakaran

Temperatur pembakaran merupakan variabel yang tergantung pada karakteristik khusus dari bahan bakar yang digunakan. Untuk mencapai pembakaran yang efisien, penting bahwa temperatur dalam ruang bakar harus berada pada tingkat yang lebih tinggi daripada temperatur yang dibutuhkan untuk proses penyalaan.

c. Turbulensi

Turbulensi memiliki peran yang signifikan dalam mempengaruhi proses pembakaran. Untuk memfasilitasi kontak langsung antara oksigen dalam udara dan bahan bakar, diperlukan turbulensi dalam bentuk pemusaran aliran udara, yang menghasilkan pencampuran yang efisien antara udara dan bahan bakar.

$$\eta_{th} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

η_{th} : Efisiensi pembakaran (%)

P_{out} : Daya bersih (Watt)

P_{in} : Daya pembakaran (Watt)

2.7 Oli

Menurut (Azharuddin, 2021) dari penelitiannya bahwa minyak pelumas yang sudah melewati masa pakai atau yang dalam arti umum disebut dengan jenis oli bekas pakai adalah jenis minyak pelumas yang melewati waktu pemakaian. Pada prosesnya mengalami serangkaian jenis aktifitas gesekan dan tercampur dengan berbagai jenis kotoran dari komponen bergerak pada mesin, termasuk di dalamnya sisa pembakaran, dari hal tersebut minyak pelumas menurun dan kontaminan yang di dalamnya jika digunakan terlalu lama dalam kondisi oli tidak baik akan terjadi pencampuran endapan

gram metal yang merusak dan merugikan,

Jika dilihat dari aktifitas tersebut akan menghilangnya sejumlah kandungan aditif dari oli tersebut yang mengembalikan sifat pelumas yang seharusnya menjadi hilang. Minyak pelumas yang sudah tidak terpakai masih memiliki potensi untuk didaur ulang. Azharudin dkk menyatakan di dalam penelitiannya bahwa, oli yang sudah menjadi bekas pemakaian merupakan jenis limbah dari segala aktifitas industri yang banyak dijumpai di Indonesia, dengan persentase kandungan terhadap energy yang masih cukup tinggi maka potensi oli yang sudah melalui pemakaian atau disebut dengan bekas pakai masih memiliki potensi untuk dikonversikan menjadi solusi alternatif bahan bakar.



Gambar 2.4 Oli Bekas
Sumber : *(Dwi Mulyaningsih ,2023)*

Sifat oli ketika mencapai suhu tinggi akan mudah sangat mengalir dengan cepat atau dengan kata umum alias encer. Dimana sebaliknya jika suhu pada oli dalam posisi tidak digunakan atau tidak terpapar suhu tinggi maka akan sangat sulit sekali untuk mengalir atau diartikan secara umum mengalami pengentalan. Meski dari alasan demikian setiap merek dan jenis produk minyak pelumas atau oli masing-masing mempunyai tingkat kekentalan berbeda yang dimana telah disesuaikan dengan kegunaan pada manfaat bagi penggunaannya. Karena itu beberapa produk oli yang dengan sengaja dibuat dengan tingkat kekentalan tinggi dan tingkat kekentalan rendah

dikarenakan disesuaikan oleh kebutuhan pemakai. (Habibullah Enggal Mahardhika et al, 2020).

2.8 Burner (Kompor)

Kompor (*burner*) yang dirancang memiliki bentuk yang besar dibandingkan pada burner pada umumnya. Hal tersebut dikarenakan adanya penampungan oli di badan burner yang cukup luas sehingga oli tersebut dapat menghasilkan uap yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Bentuk kompor (*burner*) yang besar dan terbuat dari besi ST-44 yang lumayan tebal sehingga banyak memakan tempat ketika akan digunakan pada tungku peleburan, selain itu kompor ini tidak mudah untuk dipindahkan dari tempat satu ke tempat yang lain karena bebannya cukup berat. Untuk kran, selang udara, spuyer dan *nozzle* menggunakan bahan baku berupa kuningan. Untuk selang oli dan tangki oli menggunakan bahan berupa plastik. Pengoprasian kompor (*burner*) ini sedikit memakan waktu pada saat penyalaan api. Karena oli bukanlah bahan bakar seperti bensin atau gas elpiji yang mudah menyala. Pembakaran yang dihasilkan juga tidak termasuk dalam pembakaran sempurna.



Gambar 2.5 Burner
Sumber: (Dedy Hernadi, 2019)

Kompor sebagai tempat *nozzle* dan spuyer kompor, melakukan tap pada bagian penutup dan bawah kompor untuk *nozzle* dan spuyer. Setelah selesai rangkai komponen tersebut dan memasang bagian seperti pressure gauge, selang udara, selang

oli, kran, dan termokopel. Uji coba produk dengan cara mengisi oli bekas ke badan kompor melalui selang oli. Setelah itu pasang lubang kompresor ke selang udara. Berikut cara menghidupkan kompor.

2.8.1 Klasifikasi kompor

1. Kompor Minyak (Burner minyak)

Kompor minyak atau burner minyak menggunakan bahan bakar minyak, seperti minyak tanah, minyak solar, atau oli bekas. Kompor jenis ini banyak digunakan di daerah yang sulit mendapatkan gas.

2. Kompor Biomassa (*Burner Biomassa*)

Kompor biomassa menggunakan bahan bakar organik seperti kayu, serbuk gergaji, pelet kayu, atau limbah pertanian. Kompor ini lebih ramah lingkungan karena menggunakan bahan bakar yang dapat diperbaharui.

3. Kompor Induksi

Kompor induksi menggunakan medan elektromagnetik untuk menghasilkan panas secara langsung pada wadah masak yang terbuat dari bahan ferromagnetik (seperti *stainless steel*). Tidak ada api atau elemen pemanas tradisional dalam kompor induksi.

4. Kompor Gaas (LPG/CNG)

Kompor gas adalah salah satu jenis burner yang paling umum digunakan. Bahan bakar yang digunakan adalah gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) atau CNG (*Compressed Natural Gas*). Gas disalurkan ke dalam burner melalui selang dan regulator yang mengontrol aliran gas.

5. Kompor Elektrik

Kompor elektrik tidak memerlukan bahan bakar konvensional seperti gas atau minyak. Sebagai gantinya, ia menggunakan energi listrik untuk menghasilkan panas melalui elemen pemanas.

2.9 Blower

Pada kompor berbahan bakar oli bekas, blower berfungsi sebagai alat untuk mengatur aliran udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran oli bekas. Sebagai bahan bakar cair dengan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar gas atau cairan lainnya, oli bekas memerlukan oksigen yang cukup agar dapat terbakar secara efisien dan menghasilkan panas yang optimal. Berikut penjelasan tentang blower pada kompor berbahan bakar oli:



Gambar 2.6 Blower

Sumber : *(Dery Pradana dkk, 2022)*

1. Berdasarkan Fungsi

a. Meningkatkan Efisiensi Pembakaran

Pada kompor gas, blower digunakan untuk membantu meningkatkan aliran udara ke api. Hal ini memastikan pembakaran bahan bakar (gas) lebih sempurna, yang pada akhirnya mengoptimalkan pemanfaatan energi dan mengurangi asap atau korban monoksida yang dihasilkan. Blower juga membantu mengatur suhu agar tetap stabil.

b. Pendinginan Komponen

Pada kompor induksi atau kompor listrik, blower berfungsi untuk mendinginkan elemen-elemen internal, seperti unit pemanas atau papan sirkuit elektronik, agar tidak mengalami overheating dan rusak. Sistem pendinginan ini biasanya menggunakan kipas atau blower untuk mengalirkan udara dingin ke komponen-komponen tersebut.

c. Ventilasi Asap dan Bau

Pada kompor gas, khususnya kompor dengan system venting, blower berfungsi untuk menghisap asap dan gas berbahaya dari pembakaran dan membuangnya keluar ruangan melalui ventilasi. Ini sangat penting untuk memastikan bahwa dapur tetap aman dan bebas dari polusi udara

2. Klasifikasi Blower Pada kompor

Blower yang digunakan pada kompor dapat dibagi berdasarkan fungsinya.

a. Blower Pembakaran

Blower ini digunakan pada kompor gas atau kompor dengan sistem pembakaran yang memerlukan suplai udara tambahan. Blower ini membantu memastikan api tetap stabil dan pembakaran lebih efisien.

b. Blower Pendingin (*Cooling Fan*)

Blower jenis ini digunakan pada kompor induksi atau kompor listrik yang dilengkapi dengan komponen elektronik atau sistem pemanas. Blower jenis ini berfungsi untuk mendinginkan perangkat elektronik agar tidak terlalu panas yang bisa menyebabkan kerusakan atau penurunan kinerja kompor.

c. Blower Ventilasi

Pada kompor gas, blower ventilasi berfungsi untuk menghisap asap dan gas berbahaya ke luar melalui saluran ventilasi. Blower jenis ini biasanya terintegrasi dalam sistem hood (cerobong) dapur yang membantu menjaga udara di dalam dapur tetap bersih dan aman.

3. Berdasarkan Tipe Blower

Kipas atau blower yang digunakan pada kompor bisa memiliki berbagai tipe dan desain. Berikut adalah beberapa jenis kipas blower yang umum digunakan:

a. Kipas Sentrifugal

Blower sentrifugal digunakan untuk menghisap udara atau gas bertekanan rendah dan mengarahkannya dengan kecepatan tinggi. Blower ini sering digunakan pada sistem ventilasi kompor gas atau dapur komersial.

b. Kipas Aksial

Blower aksial mengalirkan udara atau gas secara linier, yang sering digunakan pada sistem pendinginan untuk mendinginkan komponen-komponen elektronik pada kompor induksi atau listrik.

4. Penyebab Kerusakan Blower

Blower pada kompor juga dapat mengalami kerusakan karena beberapa faktor, antara lain:

a. Debu dan Kotoran

Kotoran dan debu yang masuk ke dalam blower dapat menyumbat aliran udara dan menyebabkan kipas menjadi tidak berfungsi dengan baik. Ini bisa menyebabkan menjadi lebih panas atau pembakaran menjadi tidak efisien.

b. Kerusakan Motor Blower

Motor blower yang rusak atau lemah bisa menyebabkan blower berhenti bekerja atau mengurangi efektivitas aliran udara. Pemakaian jangka panjang atau penggunaan yang tidak tepat bisa menyebabkan motor ini aus.

c. Penyumbatan Saluran Ventilasi

Saluran ventilasi yang tersumbat dengan kotoran atau lemak dari masakan bisa mengurangi kinerja blower ventilasi. Ini bisa menyebabkan asap atau gas berbahaya tertahan di dalam ruangan.

5. Pemeliharaan dan perawatan blower

Agar blower pada kompor tetap berfungsi dengan baik, perlu dilakukan perawatan secara rutin, seperti:

a. Pembersihan Blower

Secara periodik, bersihkan blower dan saluran ventilasi dari debu, kotoran, atau lemak yang menumpuk.

b. Pemeriksaan Motor Blower

Pastikan motor blower berfungsi dengan baik dan tidak ada bagian yang aus atau rusak.

c. Periksa Sistem Ventilasi

Pastikan saluran ventilasi tidak tersumbat dan udara bisa mengalir dengan lancar. Dengan pemeliharaan yang tepat, blower pada kompor dapat berfungsi dengan efisien, menjaga kinerja kompor, dan memastikan dapur tetap bersih dan aman.

2.10 Nozzle

Nozzle adalah perangkat yang berfungsi mengontrol atau membentuk aliran dari suatu fluida, seperti air atau udara. Sering digunakan untuk meningkatkan kecepatan atau tekanan fluida saat keluar dari salah satu ujungnya. *Nozzle* bias di temukan dalam berbagai aplikasi seperti pada sprayer (penyemoprotan), mesin, hingga selang kebakaran.



Gambar 2.7 *Nozzle*

Sumber : ([Muhammad Aziz Romadhon, 2021](#))

Tidak hanya itu, pada dasarnya, *nozzle* bisa juga ditemukan dalam industri ruang angkasa hingga pengolahan makanan. Pada pengolahan makanan, *nozzle* adalah sebuah alat yang biasa dimasukkan ke dalam piping bag untuk mengeluarkan cream agar menghasilkan pola yang diinginkan.

1. Klasifikasi *Nozzle*

Klasifikasi *nozzle* dapat dibedakan berdasarkan beberapa kriteria, antara lain:

a. *Convergent Nozzle*

Jenis *convergen nozzle*, luas penampangnya berkurang dan saluran masuk ke saluran keluar, menyebabkan kecepatan fluida meningkat sedangkan tekanan menurun, sesuai dengan hukum persamaan kontinuitas dan prinsip bernoulli. *Convergent nozzle* biasanya digunakan untuk aliran subsonik (kecepatan aliran kurang

dari kecepatan suara) dan dalam aplikasi sehari-hari seperti selang teman untuk meningkatkan kecepatan air agar penyemprotan efektif, dan selang pemadam kebakaran untuk mengalirkan air.

b. *Divergent Nozzle*

Pada *divergent nozzle* luas penampang *nozzle* bertambah dan saluran masuk dan saluran keluar, sehingga kecepatan fluida menurun sementara tekanan meningkat. *Nozzle* jenis ini sering digunakan untuk memperlambat fluida sekaligus meningkatkan tekanannya dan ketika diperlukan peningkatan tekanan. Misalnya yang ada pada diffuser industri untuk mengurangi kecepatan fluida dan memulihkan energi tekanan dalam berbagai proses industri.

c. *Convergent-Divergent Nozzle*

Nozzle ini memiliki bagian yang menyempit (*convergent*) hingga mencapai throat (istilah untuk luas penampang terkecil), diikuti dengan bagian *divergent*. Nantinya, fluida akan berakselerasi pada bagian konvergen dan mencapai kecepatan di bagian throat. Di luarnya, di bagian *divergent*, fluida terus berakselerasi hingga kecepatan supersonik sementara tekanan makin turun. *Nozzle* jenis ini sangat penting dalam aplikasi yang sangat memerlukan kecepatan output tinggi dan kondisi tekanan tertentu, seperti mesin roket untuk mengeluarkan gas buang pada kecepatan supersonic dan menghasilkan daya dorong, serta pada mesin jet supersonik untuk mencapai gaya yang diperlukan untuk penerbangan kecepatan tinggi

2. Berdasarkan Fungsi

a. *Nozzle* Penyemprotan

Mengubah oli menjadi partikel halus untuk meningkatkan pembakaran dan

efisiensi.

b. *Nozzle* Regulator

Mengatur aliran bahan bakar ke kompor untuk menjaga kestabilan nyala api.

3. Berdasarkan Tipe Aliran

a. Aliran Stasioner

Menjaga aliran tetap untuk penggunaan normal

b. Aliran Variabel

Dapat disesuaikan untuk mengontrol intensitas api, berguna untuk memasak dengan berbagai metode

4. Berdasarkan Sistem Pembakaran

a. *Nozzle* Pembakaran Terpadu

Mengoptimalkan campuran udara dan bahan bakar untuk hasil pembakaran yang lebih bersih.

b. *Nozzle* Pembakaran Terpisah

Menyediakan jalur aliran terpisah untuk bahan bakar dan udara, memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap proses pembakaran.

Variasi Diameter Nozzle

Variasi diameter *nozzle* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi bahan bakar pada kompor berbahan bakar minyak jelantah. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan ukuran optimal dan memaksimalkan performa serta emisi yang dihasilkan. Optimalisasi desain *nozzle* dapat berkontribusi pada pengembangan sistem pembakaran yang lebih efisien dan berkelanjutan.

2.11 Konsep Dasar Perhitungan

2.11.1 Perhitungan Pembakaran Oli

Dengan mengambil oli sebagai bahan bakar kompor yang akan diteliti, sebagai acuan, maka persamaan-persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (sallolo suluh et al, 2023).

Rumus-rumus yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Temperatur rata-rata (\bar{T})

$$\bar{T} = \frac{T_{awal} + T_{akhir}}{2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

\bar{T} : temperatur rata-rata (°C)

T_f : temperatur fluida (°C)

T_s : temperatur permukaan material (°C)

2. *Fuel Consumption Rate* (FCR)

Perbandingan antara jumlah bahan bakar yang terpakai dengan waktu yang dibutuhkan untuk membakar oli. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$FCR = \frac{m_o}{\tau} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

FCR : Laju pembakaran (kg/s).

M_o : Massa oli (kg)

t : Waktu pembakaran (s).

3. Selisih Temperatur, ΔT (°C)

$$\Delta T = T_2 - T_1 \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

ΔT : Selisih temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

T_1 : Temperatur awal ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 : Temperatur akhir ($^{\circ}\text{C}$)

4. *Low Heating Value, LHV* (kJ/kg)

Untuk menghitung nilai kalor atas dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{LHV} = \frac{M_{\text{air}} \times C_p \times \Delta T}{M_o} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

LHV : *Low heating value* (kJ/kg)

M_{air} : Massa air (kg)

C_p : Kalor spesifik air (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$)

ΔT : Selisih temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

M_o : massa oli (kg)

5. Daya Bersih (P_{out})

Daya bersih (P_{out}) adalah perbandingan antara energi yang digunakan untuk memanaskan air dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik didih. Adapun penjabaran rumusnya sebagai berikut.

$$P_{\text{out}} = \frac{M_{\text{uap}} \times C_{P_{\text{uap air}}} \times \Delta T}{t} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

P_{out} : Daya bersih (Watt)

$C_{P_{\text{air}}}$: Kalor spesifik air (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$)

$M_{\text{uap air}}$: Massa uap air (kg)

ΔT : Temperatur awal – temperatur akhir ($^{\circ}\text{C}$)

t : Waktu pembakaran (s)

6. Daya pembakaran (P_{in})

Daya pembakaran (P_{in}) adalah perbandingan antara energi yang digunakan untuk memanaskan air dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik didih. Adapun penjabaran rumusnya sebagai berikut.

$$P_{in} = \frac{m_{bt} \times LHV}{t} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

P_{in} : Daya pembakaran (Watt)

LHV : Nilai kalor bawah bahan bakar (KJ/Kg°C)

t : Waktu untuk pembakaran oli (s)

7. *Low Heating Value, LHV* (kJ/kg)

Untuk menghitung nilai kalor atas dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$LHV = \frac{M_{air} \times C_p \times \Delta T}{M_o} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

LHV : *Low heating value* (kJ/kg)

M_{air} : Massa air (kg)

C_p : Kalor spesifik air (kJ/kg °C)

ΔT : Selisih temperatur (°C)

M_o : massa oli (kg)

8. Efisiensi pembakaran (η_m)

Efisiensi pembakaran adalah perbandingan antara daya bersih yang digunakan dengan daya pembakaran bahan bakar. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\eta_{th} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

η_{th} :Efisiensi pembakaran (%)

P_{out} : Daya bersih (Watt)

P_{in} : Daya pembakaran (Watt)

2.11.2 Perhitungan perpindahan panas

1) Luas Penampang Plat (A)

$$A = 1/4\pi D^2 \dots\dots\dots(2.9)$$

2) Laju Perpindahan Panas Konduksi (Q_{koud})

$$Q_{kond} = A \cdot k \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

Q_{kond} = Laju perpindahan panas konduksi (Watt)

A = Luas Penampang (m^2)

k = Koefisien perpindahan panas konduksi ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

ΔT = Selisi temperatur ($^\circ C$)

Δx = Tebal (m)

3) Temperatur rata rata(T)

$$T = \frac{T_{fin} + T_{sa}}{2} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

T = Temperatur rata rata ($^{\circ}\text{C}$)

T_f = Temperatur awal ($^{\circ}\text{C}$)

T_s = Temperatur akhir ($^{\circ}\text{C}$)

4) Bilangan Reynold (Re)

$$Re = \frac{v \cdot L}{\mu} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

Re = Reynold Number

V = Laju aliran fluida (m/s)

L = Panjang karakteristik (m)

v = Viskositas dinamik fluida (m^2/s)

5) Bilangan Prandtl (Pr)

$$Pr = \frac{\mu \cdot Cp}{k} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

Pr = Peandtl number

Cp = Kalor spesifik fluida ($\text{J}/\text{kg} \cdot \text{k}$)

μ = viskositas dynamic fluida ($\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s}$)

k =Konduktivitas thermal fluida ($\text{w}/\text{m}^2 \cdot \text{k}$)

6) Bilangan Nusselt (Nu_D)

Dengan persamaan *The Dittus – Boiler*:

$$Nu = C \cdot Re^n \cdot Pr^n \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

Nu = Nusselt number

Re = Reynold number

Pr = Prandtl number

C, m, n = Konstan empirik

7) Koefisien perpindahan panas konveksi

$$h = \frac{Nu \cdot k}{L} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan:

h = Koefisien perpindahan panas ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

Nu = Nusselt number

k = Konduktivitas thermal ($W/m \cdot ^\circ C$)

L = Panjang karakteristik (m)

8) Laju Perpindahan Panas Konveksi (Q_{kond})

$$Q_{kond} = h \cdot A \cdot \Delta T \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

Q_{kond} = Laju Perpindahan Panas Konduksi (Watt)

h = Koevisien Perpindahan Panas ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

A = Luas Penampang (m^2)

ΔT = Perbedaan Temperatur ($^\circ C$)

2.12 Jurnal Rujukan

Menurut (Fahmi Harahap dkk, 2024) melakukan penelitian dengan judul, Pengaruh Diameter Lubang Nozel Terhadap karakteristik Api Dan waktu Pemanasan Air Pada Kompor Multifuel. Tujuan pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh variasi diameter lubang nozel kompor terhadap karakteristik api dan temperatur air selama proses pemanasan air. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah gabungan dari kajian eksperimental dan studi literatur. Terdapat 5 variasi diameter lubang nozel yang akan diuji yaitu 1,5 mm, 2,0 mm, 2,5 mm, 3,0 mm, dan 3,5 mm. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan adalah berdasarkan temperatur api rata-rata temperatur api tertinggi adalah 716°C yang terdapat pada nozel dengan diameter lubang 2,5 mm, dan rata-rata temperatur api terendah adalah 557°C yang terdapat pada nozel dengan diameter lubang 1,5 mm. Lama nyala api terlama adalah 1.295 detik pada diameter lubang nozel 1,5 mm, sedangkan lama nyala api tercepat adalah 832 detik pada diameter lubang nozel 3,5 mm. Variasi diameter lubang nozel tidak memberikan pengaruh pada warna api, yaitu dengan menghasilkan warna biru dengan lidah api berwarna kejinggaan. Waktu pendidihan air paling lama adalah 180 detik terjadi pada diameter lubang nozel 1,5 mm, 3,0 mm, dan 3,5 mm, sedangkan waktu pendidihan air paling cepat adalah 150 detik terjadi pada diameter lubang nozel 2,0 mm dan 2,5 mm.

Menurut (Annasruddin pratama, 2020) melakukan penelitian dengan judul, Rancang Bangun Kompor (*Burner*) Berbahan Bakar Oli Bekas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rancang bangun kompor (*burner*) berbahan bakar oli bekas, beserta spesifikasinya dan mengetahui hasil pengujian menggunakan kompor

(*burner*) pembakaran oli bekas. Berangkat dari kurangnya pemanfaatan limbah oli bekas dan belum adanya alat yang baik untuk memanfaatkan oli bekas tersebut. Disisi lain apabila digunakan sebagai bahan bakar, oli bekas tidak menghasilkan pembakaran sempurna. Penelitian ini disimpulkan bahwa kompor (*burner*) yang dirancang memiliki bentuk yang besar dibandingkan pada *burner* pada umumnya. Kompor (*burner*) mencapai tekanan 3.5 bar dengan suhu mencapai 1127 °C. Api yang dihasilkan oli bekas berwarna jingga. Perbandingan bahan bakar menghasilkan data bahwa elpiji lebih cepat 16 menit dibandingkan oli bekas dalam peleburan aluminium. Panjang nyala api paling tinggi ialah 1.57 m pada variasi tekanan udara 3 bar dan paling rendah ialah 0.83 m pada tekanan 1 bar. Adanya pengaruh variasi tekanan terhadap temperatur pembakaran dengan temperatur minimal dan maksimal mencapai titik tertinggi dengan tekanan sebesar 2.5 bar dengan temperatur sebesar 118 °C dan 994 °C sedangkan untuk titik terendah pada temperatur minimal dan maksimal pada tekanan 1 bar dengan temperatur sebesar 80,4 °C dan 662 °C dengan tekanan 0,5 bar. Waktu konsumsi bahan bakar dengan variasi jarak sebesar 2200 km menghasilkan waktu yang cukup singkat yaitu sebesar 12 menit 25 detik. Sedangkan waktu konsumsi yang diperoleh dari variasi jarak 1800 km sebesar 17 menit 11 detik.

Menurut (Mafruddin dkk, 2022) melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Laju Aliran Udara Dan Lubang Uap Air Terhadap Kinerja Kompor Dengan Bahan Bakar Oli Bekas. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh laju aliran udara dan jumlah lubang uap air terhadap temperatur dan efisiensi kompor dengan bahan bakar oli bekas. Metode penelitian yang dilakukan yaitu eksperimental dengan melakukan pembuatan dan pengujian kompor dengan bahan bakar oli bekas dan

penambahan uap air untuk memaksimalkan hasil pembakaran. Variasi laju aliran udara yaitu 9 m/s, 10 m/s, dan 11 m/s serta variasi jumlah lubang uap air yaitu 8, 9 dan 10 buah. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa laju aliran udara dan jumlah lubang berpengaruh pada nyala api, temperatur dan kualitas pembakaran. Temperatur tertinggi yaitu 605,6°C dan efisiensi kompor tertinggi yaitu 10,91% diperoleh dengan laju aliran udara 10 m/s dan jumlah lubang uap air 10.