

BAB II

TINJAUAN PUSAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Isu lingkungan saat ini menjadi prioritas global, seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kerusakan akibat akumulasi limbah dari aktivitas rumah tangga dan manusia. Limbah didefinisikan sebagai sisa bahan dari proses produksi atau konsumsi yang tidak lagi digunakan.

Penelitian sebelumnya oleh (Suwarno *et al.*, 2024) dalam studi “Kompur Minyak Jelantah: Kinerja dan Keberlanjutan dalam Pemanasan Air Rumah Tangga” mengeksplorasi pemanfaatan limbah minyak jelantah sebagai bahan bakar kompor. Hasilnya menunjukkan potensi minyak jelantah sebagai alternatif bahan bakar yang ekonomis dan ramah lingkungan.

Pada metode pemanasan pertama, 100 ml minyak dicampur dengan 50 ml spiritus. Hasil pengujian metode ini terlihat pada Gambar 2.1. Suhu api naik cepat di awal, mencapai puncak 285°C pada menit ke-5, sebelum menurun karena api padam. Penurunan ini diduga akibat kehabisan spiritus, sehingga api mati. Metode ini tidak efektif untuk memanaskan minyak jelantah, karena kenaikan suhu hanya dari pembakaran spiritus dan

minyak jelantah tidak terbakar. Akibatnya, pengujian tidak dilanjutkan ke pemanasan air.

Metode pemanasan kedua menggunakan kertas tissue yang dicelupkan ke tungku kompor lalu dinyalakan dengan korek api. Pembakaran awal via *tissue* mentransfer panas langsung ke tungku, sehingga mempercepat pemanasan dan memicu pembakaran minyak jelantah secara efektif.



Gambar 2. 1 Diagram suhu api dan suhu air

Sumber: (Suwarno *et al.*, 2024)

Penelitian ini menunjukkan efisiensi yang memadai serta keberlanjutan dalam pemanfaatan limbah. Saat pengujian, kompor minyak jelantah mencapai suhu operasional dalam waktu 4-5 menit, dengan daya pemanasan sekitar 270 watt. Untuk memanaskan 500 ml air dari 30°C hingga 100°C, dibutuhkan waktu sekitar 9 menit. Konsumsi minyak jelantah pun irit, yakni sekitar 100 ml per jam operasi. Hal ini membuktikan bahwa minyak jelantah layak sebagai bahan bakar alternatif yang efisien dan ramah lingkungan untuk keperluan rumah tangga, terutama pemanasan air.

2.2 Densitas

Menurut (Hatina *et al.*, 2024), Densitas merupakan salah satu besaran fisika fundamental yang menggambarkan hubungan antara massa suatu materi dengan volume yang ditempatinya. Dalam konteks bahan bakar, densitas menjadi parameter penting yang menentukan kualitas dan karakteristik pembakaran suatu bahan bakar. Besaran ini mencerminkan seberapa rapat partikel-partikel penyusun bahan bakar dalam ruang tertentu, yang secara langsung berpengaruh terhadap nilai kalor, efisiensi pembakaran, serta performa mesin yang menggunakannya.

Berdasarkan karakteristik partikel penyusunnya, bahan bakar dapat hadir dalam tiga fase, yakni padat, cair, dan gas. Dari ketiga fase tersebut, bahan bakar padat seperti batu bara umumnya memiliki densitas paling tinggi, diikuti bahan bakar cair seperti solar, bensin, dan minyak tanah, kemudian bahan bakar gas seperti LPG dan LNG yang memiliki densitas paling rendah. Semakin tinggi nilai densitas suatu bahan bakar cair, maka semakin besar pula massa bahan bakar yang terkandung dalam setiap satuan volumenya, yang berarti kandungan energi per satuan volume juga cenderung lebih tinggi. Namun demikian, densitas yang terlalu tinggi pada bahan bakar cair seperti solar dapat menyebabkan atomisasi yang kurang sempurna pada sistem injeksi, sehingga proses pembakaran menjadi tidak efisien dan berpotensi meningkatkan emisi gas buang.

Pengukuran densitas bahan bakar di laboratorium memegang peranan yang sangat krusial, baik dalam pengendalian kualitas produk maupun dalam verifikasi kesesuaian bahan bakar dengan standar yang berlaku, seperti SNI maupun ASTM. Prosedur pengukuran ini tergolong sederhana, efisien, hemat biaya, dan dapat dilakukan dengan cepat. Berbagai instrumen tersedia untuk keperluan tersebut, di antaranya

floating bulb hydrometer yang umum digunakan di industri perminyakan, piknometer yang memanfaatkan perbandingan massa sampel terhadap air, densitometer tabung osilasi yang mengukur frekuensi getaran tabung berisi sampel bahan bakar, serta resonator saluran mikro tersuspensi yang menawarkan akurasi tinggi untuk analisis bahan bakar pada skala mikro. Pemilihan metode yang tepat disesuaikan dengan jenis bahan bakar, standar pengujian yang digunakan, serta tingkat presisi yang dibutuhkan dalam analisis.

2.3 Viskositas

Menurut (Susilo, Dharma and Irawan, 2021) viskositas merupakan besaran yang menggambarkan kemampuan suatu fluida dalam menahan perubahan bentuk akibat gaya yang bekerja padanya. Besaran ini tidak bersifat tetap, melainkan dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya suhu, tekanan, gaya kohesi antarpartikel, serta laju perpindahan momentum molekul dalam fluida tersebut.

Dalam dunia teknik, viskositas menjadi salah satu parameter paling krusial yang perlu diperhatikan dalam sistem perpompaan. Tingkat kekentalan suatu fluida secara langsung berdampak pada performa pompa, khususnya pada nilai *head*,

kapasitas debit aliran, serta kebutuhan daya yang diperlukan untuk mengoperasikan pompa tersebut. Hubungan antara viskositas dan temperatur bersifat berbanding terbalik, artinya semakin tinggi suhu fluida maka nilai viskositasnya akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena peningkatan temperatur menyebabkan melemahnya gaya kohesi antarpartikel zat cair, sehingga hambatan internal fluida berkurang dan fluida menjadi lebih mudah mengalir.

Secara umum, viskositas dapat dibedakan menjadi dua jenis. Pertama, viskositas dinamik atau viskositas mutlak, yaitu ukuran yang menghubungkan tegangan geser yang terjadi dengan gerakan atau aliran fluida. Kedua, viskositas kinematik, yaitu nilai yang diperoleh dari perbandingan antara viskositas dinamik dengan kerapatan atau densitas fluida. Apabila dibandingkan dengan jenis bahan bakar lainnya seperti premium, pertamax, dan minyak tanah, solar memiliki nilai viskositas kinematik maupun dinamik yang lebih tinggi, yang mengindikasikan bahwa solar memiliki tingkat kekentalan yang lebih besar dibandingkan ketiga bahan bakar tersebut.

2.3.1 Viskositas Dinamik (Mutlak)

Viskositas dinamik (juga disebut viskositas absolut atau mutlak) mengukur seberapa besar

perlawanan internal suatu cairan terhadap aliran atau perubahan bentuk ketika dikenai gaya geser. Istilah ini menunjukkan besar gaya yang diperlukan untuk menggerakkan satu lapisan fluida relatif terhadap lapisan lain dengan kecepatan tertentu.

Berdasarkan hukum viskositas Newton, viskositas dinamik dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu = \frac{\tau}{\frac{dv}{dy}} \dots \dots \dots (2.1)$$

τ = Tegangan geser (N/m^2) atau (Pa)

$\frac{dv}{dy}$ = Gradien kecepatan (s^{-1})

2.3.2 Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik menunjukkan seberapa besar fluida menahan aliran yang dipicu oleh gaya gravitasi. Nilai ini diperoleh dengan membagi viskositas dinamik oleh massa jenis (densitas) fluida.

Rumus umumnya adalah

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \dots \dots \dots (2.2)$$

ν = viskositas kinematik (m^2/s)

μ = viskositas dinamik (Pa.s)

ρ = densitas (kg/m^3)

2.4 Titik Nyala(*flash point*)

Menurut (Bintang Tegar Prasetyatama, 2023), titik nyala (*flash point*) didefinisikan sebagai suhu minimum di mana uap yang terbentuk pada permukaan minyak mampu terbakar secara temporer apabila terdapat sumber nyala api dari luar. Sementara itu, titik api (*fire point*) merupakan suhu di mana uap yang berada di atas permukaan minyak mengalami pembakaran secara menyeluruh dan kontinu tanpa memerlukan sumber penyalaan eksternal tambahan. Kedua parameter tersebut memiliki perbedaan mendasar dalam hal intensitas dan keberlangsungan proses pembakaran yang terjadi pada permukaan bahan bakar minyak.

Titik nyala dan titik api merupakan parameter teknis yang sangat signifikan sebagai indikator keamanan suatu bahan bakar, sekaligus berfungsi sebagai acuan dalam menentukan rentang titik didih minyak. Parameter ini menjadi dasar penentuan batas suhu aman dalam proses penyimpanan, penanganan, maupun pengangkutan bahan bakar minyak, sehingga potensi risiko kebakaran akibat paparan termal dapat diminimalisasi. Dengan demikian, selama kondisi suhu bahan bakar berada di bawah nilai titik nyalanya, maka bahan bakar

tersebut dapat dinyatakan aman secara teknis untuk dipindahkan maupun ditangani.

Dalam pelaksanaan pengujian titik nyala dan titik api secara laboratoris, terdapat beberapa metode standar internasional yang lazim digunakan. Pengujian terhadap minyak berat dilakukan menggunakan peralatan *open cup* yang mengacu pada standar ASTM-D92 dan ASTM-D93, mengingat metode tersebut dirancang khusus untuk fluida dengan karakteristik viskositas tinggi. Sedangkan untuk pengujian minyak ringan yang memiliki nilai volatilitas lebih tinggi, digunakan peralatan *Tag-Tester* berdasarkan standar ASTM-D56, karena metode ini memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dan lebih sesuai untuk karakteristik bahan bakar minyak ringan.

2.5 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah disiplin ilmu rekayasa yang secara khusus mengkaji laju di mana energi termal ditransfer dari satu lokasi ke lokasi lain. Disiplin ini tidak hanya berfokus pada jumlah total energi yang berpindah, tetapi juga pada mekanisme dan kecepatan terjadinya perpindahan tersebut (Mobedi & Ilis, 2023). Fokus utama dari ilmu perpindahan panas adalah untuk menentukan laju perpindahan panas pada kondisi tertentu dan untuk mengembangkan perangkat atau sistem yang dapat

mengontrol laju tersebut sesuai kebutuhan rekayasa. (Natawibawa, Marhaendra, 2026)

Analisis dalam perpindahan panas selalu melibatkan penentuan laju transfer energi, yang umumnya diukur dalam satuan Watt (Joule per detik). Terdapat tiga mekanisme fundamental di mana perpindahan panas dapat terjadi: konduksi, konveksi, dan radiasi. Pemahaman mendalam tentang ketiga mekanisme ini serta interaksinya menjadi inti dari studi perpindahan panas. Ilmu ini memberikan perangkat analitis untuk menghitung distribusi temperatur dan laju perpindahan panas dalam berbagai sistem rekayasa. Perpindahan panas dibagi menjadi 3 yaitu: perpindahan panas konduksi, perpindahan panas radiasi, dan perpindahan panas konveksi.

2.6 Perpindahan Panas Konduksi

Konduksi panas itu kayak panas "mengalir" dari tempat yang lebih panas ke tempat yang lebih dingin, baik dalam satu benda (padat, cair, atau gas) maupun antar benda yang saling tempel langsung. Ini bikin energi dan gerakan partikel ikut bertukar (Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Polmed Vol. 2 No. 1 (2021). Prosesnya lewat hantaran antarpartikel tanpa gerak massa keseluruhan, seperti divisualisasikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Proses konduksi

Sumber : Buku Rekayasa Sistem Termal dan Energi

Berdasarkan Hukum konduksi panas menggambarkan perpindahan energi termal antar partikel dalam material, yang dapat diuraikan lebih lanjut melalui rumus dan konsep terkait. Hukum utama di balik konduksi panas adalah Hukum Fourier. Hukum ini bilang bahwa jumlah panas yang mengalir lewat suatu benda sebanding lurus dengan luas penampang dan selisih suhu di dua sisi benda, tapi berbanding terbalik dengan ketebalannya. (Nopriantoko, 2024)

Hukum ini krusial untuk pahami bagaimana panas berpindah melalui material. Insinyur pakai rumus ini untuk desain sistem pemanas, pendingin, atau isolasi yang efisien dan optimal seperti: kompor, AC, kulkas, atau pemanas ruangan. Bentuk matematisnya bisa ditulis sebagai berikut:

$$Q = -K \times A \times \frac{dT}{dx} \dots \dots \dots (2.3)$$

Q = jumlah panas yang mengalir melalui benda
(dalam satuan Watt atau Joule per detik).

K = konduktivitas termal benda (Watt/m•K).

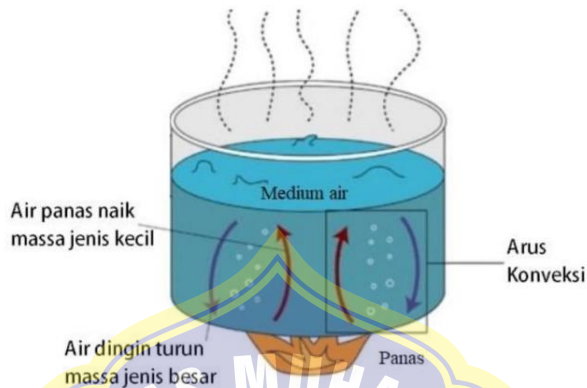
A = luas penampang benda yang tegak lurus dengan
arah perpindahan panas (m^2).

dT = Perbedaan Temperatur (°C, °F)

dx = Perbedaan Jarak (m)

2.7 Perpindahan Panas Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas dengan disertai oleh zat perantara pada aliran fluida (cair atau gas). Proses ini terjadi karena perbedaan massa jenis akibat pemanasan, di mana fluida yang lebih panas naik dan yang dingin turun. Proses ini terjadi karena perbedaan massa jenis akibat pemanasan, di mana fluida yang lebih panas naik dan yang dingin turun. (Gani and Taufiqurrahman, 2021)



Gambar 2. 3 Proses konveksi

Sumber : Buku Rekayasa Sistem Termal dan Energi

Seperti yang digambarkan pada Gambar diatas konveksi panas bisa terjadi secara alami (konveksi alami) atau dibantu oleh alat/sistem (konveksi paksa). Dasarnya adalah perbedaan suhu antara dua bagian fluida atau antara fluida dengan permukaan yang bersentuhan.

Ketika fluida kena panas dan jadi lebih hangat, energinya bertambah sehingga densitasnya menurun. Akibatnya, fluida tersebut jadi lebih ringan dan cenderung naik karena gaya apung akibat perbedaan kepadatan. Sebaliknya, fluida dingin jadi lebih padat dan cenderung turun karena gaya apung yang berlawanan. (Nopriantoko, 2024)

Bentuk matematisnya bisa ditulis sebagai berikut:

$$q = h \times A (T_w - T_\infty) \dots \dots \dots (2.4)$$

q = Laju Perpindahan Panas (kJ/s atau kW)

h = Koefisien perpindahan Panas Konveksi
($W/m^2 \cdot ^\circ C$) atau ($W/m^2 \cdot ^\circ F$)

A = Luas Bidang Permukaan Perpindahan Panas
(m^2)

T_w = Temperature Permukaan Benda ($^\circ C$ atau K)

T_∞ = Temperature fluida (udara atau air) ($^\circ C$ atau K)

2.8 Radiasi

Radiasi adalah proses dimana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah, bila benda-benda itu terpisah didalam ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa diantara benda-benda tersebut. Semua benda memancarkan panas radiasi secara terus menerus. Intensitas pancaran tergantung pada suhu dan sifat permukaan. Energi radiasi bergerak dengan kecepatan cahaya (3×10^8 m/s) dan gejala – gejalanya menyerupai 8 radiasi cahaya. Menurut teori elektromagnetik, radiasi cahaya dan radiasi termal hanya berbeda dalam panjang gelombang masing –

masing. (Dr. Aqli Mursadin, ST., MT., Rachmat Subagyo, ST., 2016)

Radiasi , jumlah energi yang meninggalkan suatu permukaan sebagai panas radiasi tergantung pada suhu mutlak dan sifat permukaan tersebut. Radiator sempurna atau benda hitam (*black body*) memancarkan energi radiasi dari permukaannya dengan laju q_r yang diberikan oleh

$$q_r = \sigma A T^4 \text{ Btu / hr} \dots\dots\dots(2.5)$$

Q = Laju perpindahan panas (W)

σ = Konstanta Stefan-Boltzmann $= 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

A = Luas permukaan (m^2)

T = Suhu mutlak (K)

2.9 Minyak Jelantah

Minyak jelantah adalah minyak goreng bekas pakai yang telah digunakan berulang kali dalam proses penggorengan bahan makanan sehingga mengalami perubahan sifat fisik dan kimia. Minyak ini biasanya berwarna lebih gelap dan kandungan asam lemak bebas yang tinggi akibat proses pemanasan berulang dan kontak dengan sisa makanan. Secara kimia, minyak jelantah mengandung trigliserida yang telah terurai menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Meski demikian,

sebagai produk dari minyak kelapa sawit yang kaya trigliserida dan asam lemak yang dapat diolah menjadi biodiesel atau etil ester minyak ini memiliki potensi besar sebagai sumber energi alternatif. Proses oksidasi dan polimerisasi yang terjadi selama pemanasan menyebabkan penurunan kualitas minyak, sehingga tidak layak lagi digunakan sebagai bahan pangan. Namun, kandungan energi panas (nilai kalor) dalam minyak jelantah masih cukup tinggi, sehingga minyak jelantah berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.

Minyak jelantah termasuk dalam kategori limbah cair rumah tangga dan penjual UMKM yang perlu dikelola dengan benar agar tidak mencemari lingkungan. Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar atau bahan baku biodiesel merupakan salah satu cara efektif untuk mengurangi dampak negatif limbah tersebut sekaligus mendukung konsep energi terbarukan (*renewable energy*). (Miftahurrahmah, Nurmallasari and Sayyidah, 2023)

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah minyak jelantah adalah melalui proses daur ulang. Minyak jelantah dapat diolah kembali menjadi berbagai produk seperti lilin, sabun, dan bahan bakar ramah lingkungan. Sebelum didaur ulang, perlu dianalisis potensi produksi minyak jelantah yang dapat diolah serta nilai ekonomisnya.

Kompore minyak jelantah adalah perangkat pembakaran yang dirancang untuk membakar minyak jelantah atau bahan bakar cair lain seperti minyak tanah guna menghasilkan panas. Proses pembakaran memerlukan keamanan dan efektivitas tinggi. Variabel kunci seperti jumlah lubang burner, kecepatan aliran udara, serta efisiensi pembakaran sangat menentukan kualitas pembakaran kompor. (Haerudin, Wahyudi and Ridhuan, 2024)

Desain kompor memainkan peran krusial dalam keberhasilan penggunaan minyak jelantah sebagai bahan bakar. Elemen-elemen seperti ukuran saluran udara, saluran bahan bakar, serta bentuk dan dimensi burner sangat memengaruhi kualitas nyala api, kestabilan pembakaran, dan efisiensi transfer panas. (Nugroho, Risky Setio, 2025)

2.9.1 Minyak Jelantah Rumah Tangga

Dalam kehidupan sehari-hari, khususnya aktivitas rumah tangga, kegiatan memasak mayoritas menggunakan minyak goreng sebagai bahan utama untuk mengolah makanan. Penggunaan minyak goreng dalam menggoreng makanan secara pasti menghasilkan limbah rumah tangga berbentuk cair, yaitu minyak jelantah. (Salsabilla P, 2023)

Minyak jelantah merupakan sisa minyak goreng yang sudah dipakai berulang kali untuk memasak hingga tidak layak dikonsumsi lagi oleh masyarakat. Hal ini disebabkan kandungannya yang kaya senyawa kimia karsinogenik, sehingga dapat memicu berbagai penyakit serius seperti kanker.



Gambar 2. 4 Minyak Jelantah Rumah Tangga
Sumber : Album Pribadi

2.9.2 Minyak Jelantah UMKM

Pengolahan makanan adalah proses penanganan bahan pangan mulai dari pengadaan hingga penyajian. Salah satu metode pengolahan makanan yang paling umum dilakukan adalah penggorengan.

Penggorengan menggunakan minyak panas yang memberikan rasa, tekstur, dan penampilan

makanan lebih menarik. Teknik ini dianggap efektif karena hanya membutuhkan waktu singkat dan peralatan sederhana.

Limbah minyak jelantah di Indonesia banyak dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, pedagang kaki lima, restoran maupun industri pengolahan makanan. Penggunaan minyak goreng dalam proses penggorengan pasti menghasilkan limbah rumah tangga berbentuk cair, yaitu minyak jelantah. (Nisa, 2021)

Salah satu cara mengatasi masalah minyak jelantah adalah melalui proses daur ulang. Limbah ini dapat diolah menjadi beragam produk bermanfaat seperti lilin, sabun, serta bahan bakar ramah lingkungan. Sebelumnya, perlu dihitung potensi volume minyak jelantah yang bisa diolah dan nilai ekonominya termasuk potensi penjualan.



Gambar 2. 7 Minyak Jelantah UMKM

Sumber : Album Pribadi

2.10 Kompor Minyak Jelantah

Kompor merupakan peralatan esensial dalam aktivitas memasak sehari-hari. Alat ini berperan besar dalam pemanfaatan energi, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun usaha kecil menengah seperti UMKM. Kompor yang kini umum digunakan oleh para UMKM dan rumah tangga adalah kompor berbahan bakar gas. Meskipun umum digunakan, bagi sebagian pelaku UMKM dan rumah tangga penggunaan kompor tersebut dapat menimbulkan biaya yang besar dalam kegiatan operasionalnya.

Kondisi tersebut sangat memprihatinkan karena limbah minyak dapat menyebabkan

pencemaran air dan tanah pada lingkungan. Pemanfaatan kembali minyak jelantah menjadi suatu bahan yang bermanfaat merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Pengolahan minyak limbah yang belum maksimal menyebabkan minyak jelantah memiliki potensi besar untuk diolah kembali menjadi produk tertentu, yang bermanfaat seperti mengolah minyak jelantah menjadi bahan bakar pada kompor. (Urhamdi, Widodo and Cut, 2024)

Kompor minyak jelantah merupakan inovasi teknologi rumah tangga yang memanfaatkan limbah minyak goreng bekas sebagai bahan bakar alternatif pengganti gas LPG atau minyak tanah. Alat ini dirancang untuk pembakaran efisien melalui burner dengan jumlah lubang optimal, saluran udara yang tepat, dan kontrol tekanan, menghasilkan efisiensi termal hingga 37% dengan konsumsi bahan bakar sekitar 0,375 kg/jam dan waktu mendidihkan air 500 ml dalam 9 menit. Kompor ini sangat bermanfaat bagi UMKM karena menekan biaya operasional hingga 50% sambil mengurangi limbah lingkungan, dengan nyala api stabil biru yang minim asap saat dicampur kerosin rasio optimal. (Suwarno *et al.*, 2024)

2.11 Titik Didih Air

Proses pendidihan terjadi saat tekanan uap air telah mencapai kesetaraan dengan tekanan atmosfer lingkungan, yang memicu transisi fase dari cair ke gas. Meskipun titik didih air murni secara standar berada pada suhu 100°C di bawah tekanan konvensional 1 atm, nilai termal ini bersifat variabel. Fluktuasi titik didih tersebut sangat dipengaruhi oleh ketinggian geografis, tekanan udara setempat, serta konsentrasi zat terlarut di dalam air. Secara linier, penurunan tekanan udara lingkungan akan diikuti oleh penurunan suhu titik didih air. (Anggraeni *et al.*, 2024)

Durasi yang dibutuhkan air untuk mencapai titik didih ditentukan oleh interaksi berbagai variabel, meliputi volume cairan, intensitas energi termal, karakteristik material wadah, dan parameter lingkungan. Peningkatan volume air yang dipanaskan secara linier akan memperpanjang waktu penguapan akibat bertambahnya kapasitas kalor sistem. Sebaliknya, peningkatan keluaran daya dari sumber panas efektif mempercepat laju kenaikan suhu. Selama fase pemanasan, energi kalor yang diserap berfungsi meningkatkan suhu air secara bertahap hingga batas didihnya tercapai; setelah fase tersebut, energi termal sepenuhnya dialihkan untuk memfasilitasi transisi fase

(penguapan), sehingga suhu air cenderung konstan.(Aleiza Fadjriana, Joko Setiyono, 2024)

Analisis waktu titik didih air banyak diimplementasikan pada sistem *boiler*, distilasi, pemanasan, dan uji efisiensi perangkat termal. Oleh karena itu, penguasaan terhadap aspek ini sangat penting dalam teknik proses termal guna mengevaluasi efisiensi perpindahan panas dan kinerja operasional dari alat pemanas yang digunakan.(Purwantori, Bintoro and Yuliatmojo, 2021)

2.12 Nilai Kalor Bahan Bakar

Nilai kalor bahan bakar (*heating value* atau *calorific value*) adalah jumlah energi panas yang dilepaskan ketika sejumlah tertentu bahan bakar dibakar secara sempurna dalam proses pembakaran.

Nilai ini menjadi indikator utama untuk menentukan kualitas, performa, dan efisiensi ekonomis dari suatu bahan bakar (baik padat, cair, maupun gas). Biasanya dinyatakan dalam satuan MJ/kg, kcal/kg (untuk bahan bakar padat/cair), atau kJ/m³ (untuk bahan bakar gas). Secara umum, nilai kalor bahan bakar dapat dihitung dari kalor yang diterima air melalui rumus:

$$Q_{\text{air}} = m_{\text{air}} \times C_{\text{air}} \times \Delta T \dots \dots \dots (2.6)$$

Q_{air} = kalor yang diterima air (J atau kJ)

m_{air} = massa air (L)

C_{air} = kalor jenis air (4180 J/kg°C)

ΔT = kenaikan suhu air (°C).

Setelah Q_{air} diperoleh, nilai kalor bahan bakar dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai kalor} = \frac{Q_{\text{air}}}{m_{\text{bahan bakar}}} \dots \dots \dots (2.7)$$

2.13 Laju Aliran Bahan Bakar

Secara umum, zat dibagi menjadi tiga yaitu padat, cair dan gas. Ketiga zat tersebut yang termasuk fluida adalah zat cair dan gas. Fluida sendiri adalah gugusan yang tersusun atas molekul-molekul dengan jarak pisah yang cukup besar untuk gas dan jarak pisah yang cukup kecil untuk zat cair. Molekul-molekul tersebut tidak dapat terikat pada suatu sisi melainkan zat-zat tersebut saling bergerak bebas terhadap satu dengan yang lainnya. Fluida dinamis sendiri adalah kata lain fluida yang bergerak. Gerakan fluida yang sesungguhnya sangatlah rumit sehingga

dibuatlah beberapa asumsi yang memudahkan dalam melakukan pendekatan. Debit adalah jumlah volume fluida yang mengalir persatuan waktu atau dapat dituliskan dalam persamaan.(Wahyuningsih et al, 2021)

$$\dot{V}f = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (2.8)$$

$\dot{V}f$ = laju konsumsi bahan bakar. (m^3/s)

t = selang waktu. (s)

v = laju aliran fluida. (m/s)

2.14 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar pada kompor rumah tangga berbahan bakar minyak jelantah adalah jumlah minyak jelantah (*waste cooking oil*) yang digunakan per unit waktu operasi atau per tugas memasak tertentu, mengukur efisiensi pembakaran sebagai alternatif ramah lingkungan. Dengan rumus perhitungan, yaitu :

$$Fc = \frac{V_f}{t} \dots \dots \dots (2.9)$$

F_c = *Fuel Consumption* /Konsumsi bahan bakar. (ml/s)

V_f = volume bahan bakar. ()

t=Waktu pemasakan. (menit)