

MEMPERKUAT KETAHANAN LINGKUNGAN MELALUI OLAHAN OLI BEKAS PEMBAKARAN KENDARAAN

Dudi Suparyogi¹, Win Hendrawan², Nurmand Bernard Ardianto³, Abdul Sodikin⁴

¹Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, dudaytea45@gmail.com1

²Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, winhendrawan@ukri.ac.id

³Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, nurmandbernardardianto.ukri.ac.id

Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Absod1010@gmail.com

Abstract: *This research aims to design and build a used oil-fueled stove equipped with a steam boiler furnace, which can utilize heat energy to produce steam. The metode use combustion parameters were also analyzed to assess efficiency, flame stability, and emission characteristics. The research results are expected to provide environmentally friendly technological solutions while utilizing waste as a renewable energy source, reducing dependence on fossil fuels, and raising awareness of the importance of sustainable waste management.*

Keyword: *used oil, alternative fuel, steam boiler furnace, combustion parameters, renewable energy*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun stove berbahan bakar oli bekas yang dilengkapi dengan tungku boiler uap, sehingga dapat memanfaatkan energi panas untuk menghasilkan uap air. Metode yang digunakan adalah analisis terhadap parameter pembakaran untuk menilai efisiensi, kestabilan nyala api, dan karakteristik emisi yang dihasilkan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan solusi teknologi yang ramah lingkungan sekaligus memanfaatkan limbah sebagai sumber energi terbarukan, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

Kata Kunci: oli bekas, bahan bakar alternatif, tungku boiler uap, parameter pembakaran, energi terbarukan

PENDAHULUAN

Industri otomotif nasional berkembang pesat. Ini ditandai dari jumlah produksi yang terus tumbuh berkolerasi dengan tingkat penyerapannya yang sangat tinggi. Perkembangan di di sektor ini memberikan dampak positif pada sektor ekonomi lainnya. Antara lain, tingkat penyerapan tenaga kerja dalam jumlah yang cukup banyak, menjadi penggerak pengembangan industri kecil menengah, dan menggunakan teknologi sederhana sampai teknologi tinggi. Perkembangan industri otomotif salah satunya dipicu potensi pasar dalam negeri yang cukup

besar, memiliki basis ekspor ke beberapa negara, dan pengalaman dalam proses produksi yang cukup lama (Triwulandari S dkk, 2012).

Pengembangan industri otomotif diarahkan dalam menciptakan kemandirian dengan cara melakukan penguatan pada industri hulu dan hilir serta meningkatkan produksi Kendaraan Bermotor Roda Empat (KBR4) dalam negeri (Meydian & Machmud, 2021). Kebijakan yang diimplementasikan pemerintah melalui Kementerian Perindustrian adalah kebijakan kendaraan Low Cost Green Car (LCGC). Kebijakan ini diharapkan mampu mencapai tujuan kemandirian industri guna mengurangi laju impor, hal ini terkait dengan KBR4-nya maupun dari segi komponennya.

Pada sisi lain, pembangunan pada sektor otomotif dapat menghasilkan dampak pada keberlimpahan oli bekas (Failani dkk, 2024). Oli bekas ini hasil sisa pembakaran pada mesin mobil dan atau kendaraan lainnya dibuang dalam sistem pembuangan khusus agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Bahkan karena sebagai bahan beracun, dianggap tidak memiliki manfaat dan nilai guna. Hal ini ditunjang dengan penetapan dari pemerintah Indonesia yang memasukan oli bekas ke dalam golongan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).

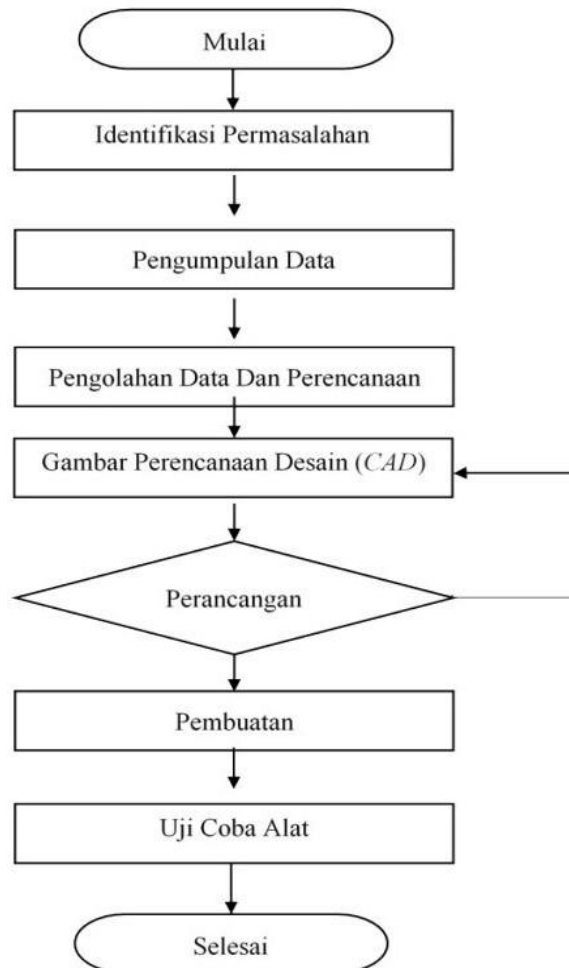
Akan tetapi, limbah industri ini tidak bisa dihindarkan. Bahkan mengalami volume pertumbuhan sangat tinggi. Pertumbuhan disebabkan setiap kendaraan menggunakan oli untuk melancarkan kinerja mesin, di sisi oli lain mengalami kedaluarsa setelah tempo waktu penggunaannya. Faktor berikut yang memicu tingginya volume oli bekas karena tumbuhnya jumlah kendaraan. Berdasarkan hal tersebut, tingkat produksi oli bekas dalam setiap tahunnya mengalami peningkatan bahkan melebihi satu juta kiloliter. Tingginya jumlah limbah ini, sebagian besar tidak terkelola dengan baik. Bahkan jika tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan (KLHK, 2020; IPEN, 2021).

Atas dasar itu, penelitian ini berusaha mengeksplorasi manfaat oli bekas sebagai limbah beracun dari potensi yang terdapat di dalam kandungan oli tersebut. Dari pemahaman awal bahwa oli bekas memiliki manfaat signifikan jika ditelaah lebih dalam. Hal ini dapat diurai dengan menempatkannya sebagai sumber energi alternatif dengan asumsi bahwa di dalam oli bekas mengandung nilai kalor yang relatif tinggi.

Studi sebelumnya menunjukkan kemampuannya untuk diubah menjadi bahan bakar cair melalui pirolisis (Nurhadi, 2022). Namun, tantangan utama dalam pemanfaatan langsung adalah karakteristik pembakarannya yang tidak efisien, karena kesulitan oli bekas untuk menguap dan teratomisasi. Untuk menjawab permasalahan ini, penelitian ini berfokus pada pengembangan dan analisis kompor oli bekas yang dilengkapi tungku boiler uap. Sistem ini dirancang untuk memanfaatkan uap air melalui nozzle guna memperbaiki proses atomisasi, sehingga pembakaran menjadi lebih efisien, stabil, dan ramah lingkungan. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi aplikatif dalam manajemen limbah oli bekas.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini berbasis eksperimen rekayasa yang terdiri dari lima tahapan utama: Penelitian ini menggunakan metode eksperimen rekayasa yang prosedurnya sistematis sesuai dengan *flowchart* terlampir, mencakup tahap identifikasi masalah, perancangan, pembuatan, dan pengujian. Proses diawali dengan studi literatur dan pengumpulan data untuk merancang desain kompor (stove) berbahan bakar oli bekas menggunakan CAD, dengan spesifikasi tabung berdiameter 35 cm dan panjang 80 cm. Prototipe kemudian dibuat menggunakan material seperti pipa besi dan pelat, serta komponen pendukung seperti *blower*, *mano meter*, dan *safety valve*. Tahap pengujian dilakukan untuk menganalisis kinerja dua variasi *nozzle* (lubang 1 dan 8). Dalam eksperimen ini, suplai udara/uap ditetapkan sebagai variabel bebas, sementara suhu pembakaran dan stabilitas api menjadi variabel terikat yang diukur. Analisis data dilakukan secara komparatif dan didukung oleh perhitungan termodinamika untuk menentukan volume boiler, kebutuhan energi, dan konsumsi bahan bakar, guna mengevaluasi efisiensi pembakaran dari masing-masing konfigurasi *nozzle*.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan kompor (stove) berbahan bakar oli bekas yang dirancang dengan sistem boiler uap berhasil beroperasi secara efektif. Kinerja pemanasan dan pembakaran dianalisis melalui serangkaian pengujian eksperimental dan didukung oleh perhitungan teoretis.

Kinerja Pemanasan dan Efisiensi Blower

Pengujian awal menunjukkan peran vital blower dalam meningkatkan efisiensi pemanasan. Waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan 1 liter air berkurang signifikan dari

20,5 menit (tanpa blower) menjadi hanya 6,2 menit (dengan blower). Peningkatan laju energi yang dihasilkan terkuantifikasi melalui perhitungan kebutuhan energi (Q) dengan Persamaan (1):

$$Q = \frac{m \cdot C_p \cdot \Delta T}{t}$$

di mana m adalah massa air (kg), C_p adalah kalor jenis air (kcal/kg°C), ΔT adalah perubahan suhu (°C), dan t adalah waktu (detik). Berdasarkan perhitungan, laju energi meningkat dari **0,060 kcal/detik** (tanpa blower) menjadi **0,202 kcal/detik** (dengan blower).

Analisis Kinerja Nozzle dan Suhu Pembakaran

Perbandingan kinerja antara nozzle 1 lubang dan 8 lubang menjadi fokus utama penelitian ini. Injeksi uap dari boiler terbukti mampu meningkatkan suhu pembakaran secara drastis dari suhu dasar ruang bakar yang terukur sebesar **405°C**.

•**Nozzle 8 Lubang**: Secara eksperimental, nozzle ini mencapai suhu puncak tertinggi sebesar

792°C pada tekanan 2 Bar. Keunggulan nozzle ini terletak pada luas penampang totalnya yang

lebih besar (25,12 m²) sehingga menghasilkan distribusi uap yang lebih merata dan nyala

api yang lebih tinggi (**90 cm**).

•**Nozzle 1 Lubang**: Mencapai suhu puncak **722°C** pada tekanan 4 Bar dengan tinggi api **45 cm**.

Perbandingan Hasil Teoretis dan Eksperimental

Untuk memvalidasi temuan, dilakukan analisis teoretis untuk memprediksi suhu keluaran (Tout) dengan memperhitungkan pencampuran gas hasil pembakaran dengan uap air. Perhitungan ini didasarkan pada neraca energi (Persamaan 2), dengan memperhitungkan laju aliran massa uap (m) yang dihitung menggunakan prinsip mekanika fluida.

$$Q_{total} = Q_{avail} + H_{steam}$$

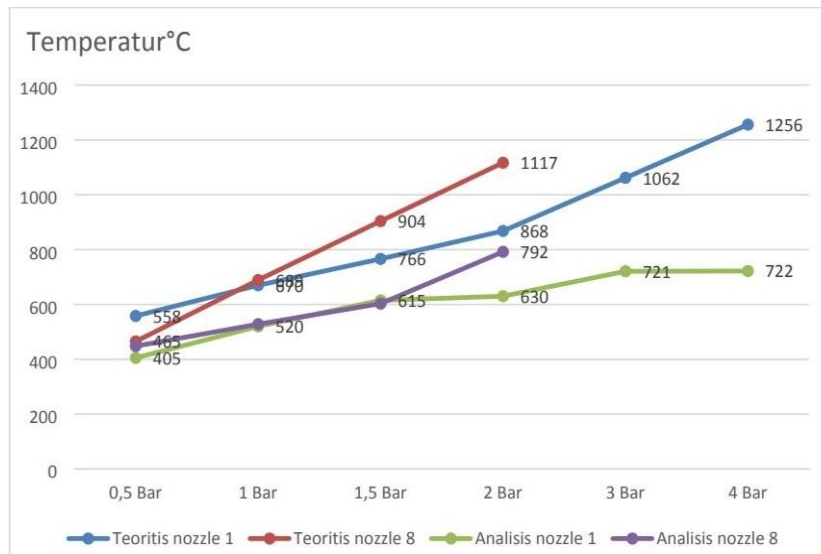
di mana Q_{avail} adalah energi dari pembakaran oli dan H_{steam} adalah entalpi yang dibawa oleh uap.

Analisis menunjukkan adanya **kesenjangan antara prediksi teoretis dan hasil eksperimental**. Sebagai contoh, pada tekanan 2 Bar, nozzle 8 lubang diprediksi secara teoretis dapat mencapai suhu **1.117°C**, namun pada praktiknya hanya mencapai **792 °C**. Disparitas ini kemungkinan besar disebabkan oleh faktor-faktor yang tidak diperhitungkan dalam model ideal, seperti **kehilangan panas (heat loss)** ke **lingkungan** dan efisiensi pencampuran uap dengan api yang tidak sempurna.


Meskipun demikian, baik secara teoretis maupun eksperimental, terkonfirmasi bahwa *nozzle* 8 lubang lebih efektif padarentang tekanan rendah hingga menengah, sementara *nozzle* 1 lubang memiliki potensi lebih baik pada tekanan yang lebih tinggi.

Tabel 1. Hasil Teoritis suhu dari perbedaan nozzle

| No | Nozzle | Tekanan (Bar) | Laju aliran (kg/h) | Suhu°C |
|----|-----------------|------------------|-----------------------|--------|
| 1 | Nozzle lubang 8 | 0,5 | 27,40 | 465 |
| 2 | Nozzle lubang 8 | 1 | 43,61 | 689 |
| 3 | Nozzle lubang 8 | 1,5 | 58,82 | 904 |
| 4 | Nozzle lubang 8 | 2 | 73,56 | 1.117 |
| 5 | Nozzle lubang 1 | 0,5 | 3,42 | 558 |
| 6 | Nozzle lubang 1 | 1 | 5,45 | 670 |
| 7 | Nozzle lubang 1 | 1,5 | 7,35 | 766 |
| 8 | Nozzle lubang 1 | 2 | 9,20 | 868 |
| 9 | Nozzle lubang 1 | 3 | 13,00 | 1062 |
| 10 | Nozzle lubang 1 | 4 | 16,79 | 1256 |



Tabel 2. Hasil Teoritis suhu dari perbedaan *nozzle*

| No | Nozzle | Tekanan (Bar) | Suhu °C | Warna | Tinggi api (Cm) | Keterangan |
|----|----------|---------------|---------|-------|--|--|
| 1 | Lubang 8 | 2 | 792 | Putih | 90cm  | Nozzle 8 mempengaruhi tinggi nyala api dari cerobong |
| 2 | Lubang 1 | 4 | 722 | Putih | 45cm  | Nozzle 1 mempengaruhi Tinggi nyala api, suhu dan tekanan |

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dihasilkan penelitian ini menunjukkan bahwa injeksi uap secara signifikan meningkatkan performa pembakaran oli bekas. Konfigurasi nozzle8 lubang terbukti menjadi pilihan yang lebih unggul untuk mencapai suhu tinggi dan pembakaran stabil pada kondisi operasional yang diuji. Perbedaan antara data teoretis dan hasil nyata menggarisbawahi pentingnya optimasi desain untuk meminimalkan kehilangan energi dalam aplikasi praktis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan diterbitkannya artikel jurnal ini kami mengucapkan terima kasih kepada pengurus jurnal JKRI. Pengurus jurnal sudah menyediakan ruang pemikiran ilmiah sebagai sarana untuk mempublikasikan hasil penelitian kami, terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Hamri,A., dkk. (2016). Analisis nilai kalor oli bekas sebagai bahan bakar alternatif. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 13(2),45-52.
- Analisis Mode dan Efek Kegagalan (FMEA) untuk Meningkatkan Efisiensi Kompor Gasifikasi Downdraft Dua Ruang Bakar Suryaman^{1*}, Kiki Zakaria², Siti Hadiaty Yuningsih³
- Failani, Moch. Risqi, Mufarida, Nely Ana, Kosjoko, 2024., Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Alternatif Dengan Metode Penambahan Campuran Asam Sulfat Dan Natrium Hidroksida, *Jurnal Smart Teknologi* Vol. 5, No. 6, 731 – 740
- Indrawati, Lina, Koosbandiah Surtikanti, Hertien, 2024., Analisis pengelolaan limbah oli bekas pada pelaku usaha bengkel mobil di kelurahan Cipamokolan kota Bandung, *EDUCO Environment Education and Conservation* EDUCO 1(1): 19–26
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2020). Laporan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Indonesia. KLHK.
- Meydian, Angga & Machmud, T. M. Zakir Sjakur., 2021., Kebijakan Low Cost Green Car dalam Industri Otomotif Nasional, *Jurnal Ekonomi Indonesia*, Vol 10, No 3, 257–279
- Nurhadi,A.(2022).Pemanfaatan oli bekas melalui proses pirolisis dengan katalis zeolit.*Jurnal Teknologi Energi*, 8(1),12-20.
- Triwulandari S. Dewayana, Dedy Sugiarto, Dorina Hetharia,, 2012., Peluang dan Tantangan Industri Komponen Otomotif Indonesia, *Prosiding Seminar Nasional, Competitive Advantage II*, Jombang