

LAPORAN PROYEK AKHIR

PERANCANGAN KOMPOR PORTABEL BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS DAN MINYAK JELANTAH

PAIDO GEDION NAINGGOLAN

NIM. 2221302038

Pembimbing

Fortinov Akbar Irdam, S.T.,M.Tech

PROGRAM STUDI

TEKNIK MESIN

POLITEKNIK CALTEX RIAU

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Perancangan Kompor Portabel Berbahan Bakar Oli Bekas Dan Minyak Jelantah

Paido Gedion Nainggolan

NIM. 2221302038

Laporan Proyek Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu
persyaratan memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)
di Politeknik Caltex Riau

Pekanbaru, Agustus 2026

Disetujui oleh:

Pembimbing 1 : Fortinov Akbar Irdam, S.T., M.Tech
NIP. 249711
Penguji 1 : Amnur Akhyan S, S.T., M.T
NIP. 007803
Penguji 2 : Jupri Yanda Zaira, S.T., M.T
NIP. 078321

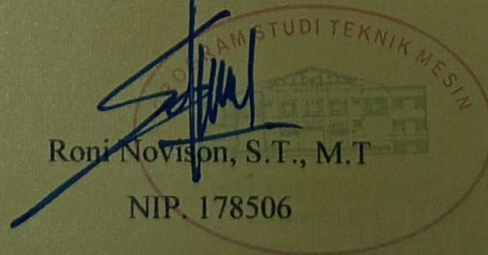
(*Fortinov Akbar Irdam*)
(*Amnur Akhyan S*)
(*Jupri Yanda Zaira*)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Roni Novison
Roni Novison, S.T., M.T

NIP. 178506



PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian yang berjudul:

**Perancangan Kompor Portabel Berbahan Bakar
Oli Bekas Dan Minyak Jelantah**

Menggunakan teknologi Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) dalam penyusunan dokumen ini sebatas pada hal-hal berikut:

1. Mencari referensi dari buku dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian.
2. Rekan diskusi pada saat penulisan penelitian.

Penggunaan tersebut **tidak menyangkut substansi utama penelitian**, seperti analisis, penyusunan ide pokok, perumusan konsep ilmiah, atau penentuan hasil penelitian. Seluruh substansi utama dalam dokumen ini merupakan hasil pemikiran dan karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menerima konsekuensi sesuai ketentuan yang berlaku.

Pekanbaru, 10 September 2026
Yang Menyatakan,



Paido Gedion Nainggolan
NIM. 2221302038

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian yang berjudul:

**Perancangan Kompor Portabel Berbahan Bakar
Oli Bekas Dan Minyak Jelantah**

Adalah benar hasil karya saya, dan tidak mengandung karya ilmiah atau tulisan yang pernah diajukan di suatu Perguruan Tinggi.

Setiap kata yang dituliskan tidak mengandung plagiat, pernah ditulis maupun diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam dokumen ini dan disebutkan pada daftar pustaka. Saya siap menanggung seluruh akibat apabila terbukti melakukan plagiat.

Pekanbaru, 10 September 2026

Yang Menyatakan,



Paido Gedion Nainggolan

NIM. 2221302038

KESEPAKATAN PUBLIKASI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini saya menyatakan:

1. Memberikan persetujuan kepada Politeknik Caltex Riau untuk menyimpan, mengolah dalam bentuk pangkalan data, merawat, mengalih media/formatkan dan mempublikasikan **Proyek Akhir** ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Tidak melakukan alih media/format dan publikasi dalam bentuk makalah ilmiah dari bagian atau keseluruhan **Proyek Akhir** ini ke suatu publikasi ilmiah, pada seminar ataupun jurnal, skala nasional maupun internasional, kecuali ada persetujuan dari saya dan Dosen Pembimbing Utama, dan mencantumkan nama saya, Dosen Pembimbing Utama dan nama-nama lain (jika ada) yang berkontribusi pada makalah.

Pekanbaru, 10 September 2026

Yang Menyatakan,

Paido Gedion Nainggolan

NIM. 2221302038

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis **LAPORAN PROYEK AKHIR** dapat menyelesaikan penelitian berjudul “**Perancangan Kompor Portabel Berbahan Bakar Oli Bekas Dan Minyak Jelantah**” yang disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan **Sarjana Terapan** pada Program Studi **Teknik Mesin** Politeknik Caltex Riau.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi para pembaca, serta menjadi bahan referensi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Pekanbaru, 10 September 2026

Yang Menyatakan,

Paido Gedion Nainggolan

NIM. 2221302038

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penyusunan laporan ini, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan, serta masukan sehingga terselesaikannya laporan ini. Adapun ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Teristimewa untuk kedua orang tua tercinta, Bapak H. Nainggolan dan Mamak N. Br Silalahi, yang menjadi pilar utama dan alasan terbesar di balik berdirinya penulis di titik ini. Terima kasih yang tak terhingga atas kasih sayang yang tak terbatas, doa tulus yang tak pernah putus diselipkan di setiap sujud, serta setiap tetes keringat dan pengorbanan yang tak pernah dapat penulis balaskan. Proyek Akhir ini penulis persembahkan sebagai wujud bakti dan bukti kecil dari perjuangan panjang Bapak dan Mamak yang telah membesarkan, mendidik, serta mendampingi penulis hingga meraih gelar sarjana. Semoga Tuhan senantiasa melimpahkan kesehatan, umur panjang, rezeki yang berlimpah, serta kebahagiaan dunia dan akhirat untuk Bapak dan Mamak.
2. Bapak Dr. Ir. Emansa Hasri Putra, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknologi Industri Politeknik Caltex Riau.
3. Bapak Roni Novison, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Politeknik Caltex Riau.
4. Bapak Fortinov Akbar Irdam, S.T., M.Tech selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir yang telah banyak membantu, membimbing dan memberikan masukan dalam pengerjaan laporan ini hingga selesai.
5. Bapak Amnur Akhyan, S.S.T, M.T selaku Dosen Penguji 1 dan Bapak Jupri Yanda Zaira, S.T., M.T selaku Dosen Penguji 2 yang telah banyak membantu, memberi dukungan, dan masukan selama pengerjaan laporan Proyrk Akhir ini.
6. Kepada seluruh Bapak dan Ibu dosen Teknik Mesin Politeknik Caltex Riau yang telah memberi ilmu pengetahuan yang dapat menjadi bekal dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.

7. Kepada adik-adik tersayang Rendi, Tama, dan Dela, terima kasih atas kehadiran dan keceriaan kalian yang selalu menjadi penghibur serta penyemangat bagi penulis. Terimakasih karna selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat selama pengerjaan Proyek Akhir ini.
8. Kepada Christin Kartini Rajagukguk, S.T, terima kasih atas waktu, tenaga, pikiran, doa, dukungan, serta semangat yang telah diberikan selama penyelesaian Proyek Akhir ini. Terima kasih karna selalu menemani, membantu, menghibur, serta selalu ada di masa-masa sulit penulis, serta mengingatkan penulis untuk menjaga kesehatan. Semoga setiap langkah, impian, dan perjuangan yang kita jalani membawa kita menuju kehidupan yang lebih baik, dan semoga Tuhan selalu menjaga langkah kita dalam perjalanan panjang yang akan datang.
9. Teman-teman Angkatan 2022 Teknik Mesin PCR. Terima kasih atas kebersamaan, canda tawa, dan pengalaman selama masa perkuliahan. Semoga kita semua dapat meraih kesuksesan dimasa mendatang.
10. Kepada seluruh pihak yang berperan dan berkontribusi dalam penyelesaian Proyek Akhir penulis. Semoga setiap kebaikan dan bantuan yang telah diberikan mendapat balasan terbaik dari Tuhan Yang Maha Esa.
11. Terakhir, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada diri sendiri, Paido Gedion Nainggolan atas ketekunan, kesabaran, semangat yang tidak pernah padam. Terima kasih telah bertahan dan terus berusaha di tengah berbagai rasa takut, lelah, sakit, serta cobaan yang dihadapi selama memulai perkuliahan hingga penyelesaian Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa pada Proyek Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun berbagai pihak sangat diharapkan untuk pembelajaran ke depannya. Semoga Proyek Akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Pekanbaru, 10 September 2026

Paido Gedion Nainggolan
NIM. 2221302038

ABSTRAK

Ketersediaan dan distribusi bahan bakar konvensional yang tidak merata menyebabkan sebagian masyarakat, terutama di wilayah yang berada jauh dari pusat perkotaan mengalami keterbatasan akses terhadap bahan bakar gas. Kondisi tersebut diperparah oleh harga bahan bakar gas yang relatif tinggi di beberapa wilayah, sehingga dapat meningkatkan beban pengeluaran masyarakat. Penelitian ini bertujuan merancang kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah sebagai alternatif bahan bakar guna mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar gas. Metode perancangan mekanik, perhitungan kebutuhan udara dan bahan bakar berdasarkan *Air Fuel Ratio* (AFR), serta pemodelan menggunakan SolidWorks. Sistem pembakaran pada kompor dirancang menggunakan *Mini Turbo Jet Fan* sebagai penyuplai udara menuju *burner* untuk mendukung proses pembakaran. Selain itu, dilakukan simulasi aliran udara dan termal menggunakan *SOLIDWORKS Flow Simulation* untuk menganalisis distribusi kecepatan udara, tekanan, dan temperatur pada sistem pembakaran. Hasil perancangan ini diharapkan menghasilkan kompor portabel yang ringkas, mudah dioperasikan, dan mampu memanfaatkan oli bekas serta minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif, serta memiliki sistem suplai udara yang sesuai untuk mendukung proses pembakaran yang stabil dan optimal.

Kata kunci: *Air Fuel Ratio*, Kompor Portabel, *Mini Turbo Jet Fan*, Oli Bekas, Minyak Jelantah.

ABSTRACT

The uneven availability and distribution of conventional fuels have resulted in limited access to gas fuel for some communities, particularly those in areas far from urban centers. This situation is exacerbated by the relatively high cost of gas fuel in certain regions, thereby increasing the financial burden on the public. This study aims to design a portable stove fueled by used engine oil and used cooking oil as alternative fuel sources to reduce reliance on gas fuel. The methodology involves mechanical design, calculations of air and fuel requirements based on the Air-Fuel Ratio (AFR), and modeling using SolidWorks. The stove's combustion system incorporates a Mini Turbo Jet Fan to supply air to the burner and facilitate the combustion process. Additionally, airflow and thermal simulations were conducted using SOLIDWORKS Flow Simulation to analyze the distribution of air velocity, pressure, and temperature within the combustion system. The project aims to produce a compact, easy-to-operate portable stove capable of utilizing used engine oil and used cooking oil as fuel, featuring an appropriate air supply system to ensure stable and optimal combustion.

Keywords: AFR, Portable Stove, Mini Turbo Jet Fan, Used Engine Oil, Used Cooking Oil.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN	ii
PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN	iii
KESEPAKATAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan.....	4
1.4.2 Manfaat.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Kompor portabel.....	6
2.1.2 <i>Air Fuel Ratio</i> (AFR).....	7
2.1.3 Kalor	8
2.1.4 Oli Bekas	10
2.1.5 Minyak Jelantah.....	11
2.1.6 <i>Double Nepel</i>	12
2.1.7 Pipa	13
2.1.8 <i>Mini Turbo Jet Fan</i>	13
2.2 Penelitian Terdahulu	15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	20
3.2 Metode Perancangan	22
3.3 Perancangan Mekanik	22
3.4 Desain Tungku Pembakaran.....	23
3.5 Perhitungan Sistematis Kompor Portabel	24
3.6 Perancangan Simulasi Aliran Udara dan Termal <i>Burner</i> Kompor	27
3.6.1 <i>Penentuan Boundary Condition</i>	28
3.6.2 <i>Penentuan Heat Sources</i>	29
3.6.3 Menjalankan Simulasi (<i>Run</i>)	29
3.7 Perancangan Simulasi Aliran Bahan Bakar Kompor	29
BAB 4 HASIL DAN ANALISIS	37
4.1 Metode Simulasi.....	37
4.2 Hasil Simulasi Variasi Pada Lubang <i>Nozzle</i> Bahan Bakar Oli Bekas.....	38
4.2.1 Hasil Simulasi Oli Bekas 5 Lubang <i>Nozzle</i>	38
4.2.2 Hasil Simulasi Oli Bekas 10 Lubang <i>Nozzle</i>	39
4.2.3 Hasil Simulasi Oli Bekas 15 Lubang <i>Nozzle</i>	40
4.2.4 Hasil Simulasi Oli Bekas 20 Lubang <i>Nozzle</i>	41
4.2.5 Hasil Simulasi Oli Bekas 25 Lubang <i>Nozzle</i>	42
4.3 Tabel Perbandingan Hasil Simulasi Bahan Bakar Oli Bekas.....	43
4.4 Hasil Simulasi Variasi Bahan Bakar Minyak Jelantah.....	44
4.4.1 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 5 Lubang <i>Nozzle</i>	44
4.4.2 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 10 Lubang <i>Nozzle</i>	45
4.4.3 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 15 Lubang <i>Nozzle</i>	46
4.4.4 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 20 Lubang <i>Nozzle</i>	47
4.4.5 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 25 Lubang <i>Nozzle</i>	48
4.5 Tabel Perbandingan Hasil Simulasi Bahan Bakar Minyak Jelantah	49
4.6 Tabel Perbandingan Seluruh Hasil Simulasi Kompor Portabel	49
4.7 Analisis Perbandingan Hasil Simulasi Bahan Bakar dan Suplai Udara	50
4.7.1 Pengaruh Variasi Jumlah Lubang <i>Nozzle</i> Terhadap Suhu Fluid dan Solid.....	50
4.7.2 Perbandingan Karakteristik Termal Oli Bekas dan Minyak Jelantah....	51

4.7.3 Evaluasi Keamanan Material Tungku	52
BAB 5 PENUTUP.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain Kompor Gas Portabel.....	7
Gambar 2. 4 Variasi AFR Terhadap Bentuk Nyala Api	8
Gambar 2. 3 Oli Bekas	11
Gambar 2. 5 Minyak Jelantah	12
Gambar 2. 5 <i>Double Nepel</i>	13
Gambar 2. 6 Pipa.....	13
Gambar 2. 7 <i>Mini Turbo Jet Fan</i>	14
Gambar 2. 9 Kompor Gas Portabel	15
Gambar 2. 10 Kompor Portabel Briket	16
Gambar 2. 11 Parabola Kipas.....	16
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	21
Gambar 3. 2 Desain Kompor Portabel Pandangan Isometri	23
Gambar 3. 3 Desain Kompor Portabel Pandangan Depan	23
Gambar 3. 4 <i>Boundary Conditions Inlet Volume Flow</i>	28
Gambar 3. 5 <i>Boundary Conditions Environment Pressure</i>	29
Gambar 3. 6 Penentuan <i>Heat Sources</i>	29
Gambar 3. 8 Temperatur Awal Partikel	32
Gambar 3. 9 Hasil Simulasi <i>Temperature Fluid</i> Oli bekas.....	33
Gambar 3. 10 Hasil Simulasi <i>Temperature Fluid</i> Minyak jelantah	33
Gambar 3. 11 Hasil Simulasi <i>Temperature Solid</i> Oli bekas	34
Gambar 3. 12 Hasil Simulasi <i>Temperature Solid</i> Minyak jelantah	34
Gambar 3. 13 Hasil Simulasi <i>Flow Trajectories Velocity</i> Oli Bekas.....	35
Gambar 3. 14 Hasil Simulasi <i>Flow Trajectories Velocity</i> Minyak Jelantah	35
Gambar 3. 15 Hasil Simulasi <i>Particle Study Injections</i> Oli Bekas	36
Gambar 3. 16 Hasil Simulasi <i>Particle Study Injections</i> Minyak Jelantah	36
Gambar 4. 1 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 5 Lubang <i>Nozzle</i>	39
Gambar 4. 2 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 5 Lubang <i>Nozzle</i>	39
Gambar 4. 3 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 10 Lubang <i>Nozzle</i>	40
Gambar 4. 4 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 10 Lubang <i>Nozzle</i>	40
Gambar 4. 5 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 15 Lubang <i>Nozzle</i>	41

Gambar 4. 6 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 15 Lubang <i>Nozzle</i>	41
Gambar 4. 7 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 20 Lubang <i>Nozzle</i>	42
Gambar 4. 8 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 20 Lubang <i>Nozzle</i>	42
Gambar 4. 9 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 25 Lubang <i>Nozzle</i>	43
Gambar 4. 10 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 25 Lubang <i>Nozzle</i>	43
Gambar 4. 11 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 5 Lubang <i>Nozzle</i>	44
Gambar 4. 12 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 5 Lubang <i>Nozzle</i>	45
Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 10 Lubang <i>Nozzle</i>	45
Gambar 4. 14 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 10 Lubang <i>Nozzle</i>	46
Gambar 4. 15 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 15 Lubang <i>Nozzle</i>	46
Gambar 4. 16 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 15 Lubang <i>Nozzle</i>	47
Gambar 4. 17 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 20 Lubang <i>Nozzle</i>	47
Gambar 4. 18 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 20 Lubang <i>Nozzle</i>	48
Gambar 4. 19 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 25 Lubang <i>Nozzle</i>	48
Gambar 4. 20 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 25 Lubang <i>Nozzle</i>	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Faktor Koreksi Temperatur	14
Tabel 3. 1	Acuan Perhitungan Kompor Portabel	24
Tabel 3. 2	Perhitungan Penentuan Sifat Fluida Bahan Bakar	31
Tabel 4. 1	Parameter dan Sifat Fluida Bahan Bakar Pada Simulasi.....	38
Tabel 4. 2	Parameter dan Sifat Fluida Bahan Bakar Pada Simulasi.....	38
Tabel 4. 3	Perbandingan Hasil Simulasi Variasi Lubang <i>Nozzle</i> Bahan Bakar Oli Bekas	43
Tabel 4. 4	Perbandingan Hasil Simulasi Variasi Lubang <i>Nozzle</i> Bahan Bakar Minyak Jelantah	49
Tabel 4. 5	Perbandingan Seluruh Hasil Simulasi Variasi Bahan Bakar Kompor Portabel.....	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kompore portabel diketahui sebagai salah satu perangkat penghasil energi panas yang dirancang untuk digunakan secara praktis serta mudah dipindahtempatkan. Perangkat tersebut banyak dimanfaatkan pada kegiatan rumah tangga maupun aktivitas di luar ruangan karena bentuknya yang ringkas dan penggunaannya yang fleksibel. Sampai saat ini, sebagian besar kompor portabel yang beredar di pasaran masih dioperasikan dengan bahan bakar konvensional, seperti LPG dan minyak tanah, sebagai sumber energinya.

Bahan bakar konvensional tersebut digolongkan ke dalam kelompok bahan bakar fosil, yaitu sumber energi yang dibentuk dari sisa-sisa organisme purba melalui proses alami yang berlangsung selama jutaan tahun di dalam lapisan bumi. Minyak bumi dan gas alam diketahui memiliki nilai kalor yang tinggi sehingga jenis bahan bakar tersebut dimanfaatkan sebagai sumber energi utama pada berbagai sektor kehidupan. Akan tetapi, bahan bakar fosil bersifat tidak terbarukan dan ketersediaannya terus berkurang seiring dengan meningkatnya permintaan energi. Di samping itu, dari proses pembakaran bahan bakar fosil dihasilkan emisi gas buang berupa karbon dioksida (CO_2) dan karbon monoksida (CO) yang memberikan dampak buruk terhadap lingkungan serta turut menyebabkan terjadinya pemanasan global. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kusnadi, dkk (2020) bahwa energi yang digunakan saat ini mayoritas bersumber dari minyak bumi yang diperoleh dari hasil tambang, sehingga akibat penggunaannya yang dilakukan secara terus-menerus, ketersediaannya semakin berkurang dan diperlukan adanya bahan bakar alternatif.

Permasalahan lain yang dihadapi dalam pemakaian bahan bakar konvensional adalah tidak meratanya distribusi dan harga pada berbagai wilayah. Kondisi tersebut paling dirasakan oleh masyarakat yang bertempat tinggal di daerah dengan akses terbatas terhadap jaringan distribusi gas. Akibat letak wilayah yang jauh dari pusat perkotaan, harga gas pada tingkat konsumen akhir menjadi lebih mahal. Harga gas LPG 3kg pada wilayah bangkinang berada di kisaran Rp18.000–Rp20.000 dapat meningkat hingga Rp28.000–Rp30.000 pada wilayah kampung 13 pongkai. Berdasarkan kondisi tersebut dapat diketahui bahwa ketersediaan energi yang terjangkau masih menjadi permasalahan bagi sebagian masyarakat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini dirancang sebuah kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah yang ditujukan untuk membantu

masyarakat, terutama di daerah yang memiliki keterbatasan akses terhadap bahan bakar gas. Limbah oli bekas dan minyak jelantah yang dihasilkan dari aktivitas bengkel, industri, serta rumah tangga diketahui masih mengandung energi berupa nilai kalor yang cukup tinggi sehingga kedua limbah tersebut berpeluang dimanfaatkan kembali sebagai bahan bakar alternatif. Berdasarkan penelitian Kusnadi, dkk (2020) yang menyebutkan bahwa nilai kalor oli bekas dapat mencapai 10.684,912 Kcal/kg sehingga layak dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Menurut Febriana, dkk (2024), pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar perlu didukung dengan pengoptimalan proses pembakaran, salah satunya melalui pencampuran oli bekas dengan solar untuk memperoleh suhu pembakaran yang cukup tinggi.

Pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar telah banyak dikaji pada berbagai penelitian. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Ramadhan & Basyirun (2020), diperoleh kesimpulan bahwa melalui peningkatan tekanan udara pada sistem pembakaran, temperatur pembakaran dapat dinaikkan dan nyala api yang dihasilkan menjadi lebih stabil. Berdasarkan penelitian Kusnadi, dkk (2020) yang menyatakan bahwa nyala api yang dihasilkan kompor alternatif berbahan bakar oli bekas memiliki panjang lidah api lebih dari 25 cm dengan suhu di atas 222,2 °C serta nilai energi kalor terbesar sebesar 3,735 kal/detik. Lebih lanjut, kestabilan api dan distribusi panas yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh desain burner serta sistem aliran udara yang digunakan Pratama, (2020). Performa kompor portabel berbahan bakar oli bekas juga terbukti dipengaruhi oleh variasi jumlah *nozzle* dan suplai udara yang diberikan Adiwidodo, dkk (2025) . Pada penelitian Febriana, dkk (2024) yang menemukan bahwa pembakaran optimum dapat diperoleh dengan laju aliran udara 5,4–5,6 m/s untuk meminimalisasi terjadinya pembakaran tidak sempurna yang ditandai dengan dihasilkannya asap pekat.

Selain oli bekas, minyak jelantah turut dipandang berpotensi sebagai bahan bakar alternatif karena di dalamnya masih terkandung energi yang dapat dimanfaatkan. Melalui perancangan sistem pembakaran yang tepat, minyak jelantah dapat digunakan secara langsung pada kompor tanpa melalui proses pengolahan yang rumit. Untuk menilai kinerja kompor, pada umumnya digunakan metode *Water Boiling Test* agar efisiensi pemanasan dan konsumsi bahan bakar dapat diukur (Gantada, 2025). Pada penelitian Kusnadi, dkk (2020) metode tersebut juga diterapkan untuk memperoleh nilai efisiensi oli bekas tertinggi sebesar 4,94% pada penambahan tekanan sebesar 2,5 bar.

Pada penelitian lain ditemukan bahwa kompor berbahan bakar oli bekas dapat dirancang dengan biaya yang relatif murah dan mudah diterapkan oleh masyarakat Yudistira, dkk (2026). Pengembangan kompor portabel berbahan bakar limbah juga telah dilakukan

melalui penambahan sistem termoelektrik sehingga panas pembakaran dapat dikonversi menjadi energi listrik dalam skala kecil Wildan, dkk (2025). Di samping itu, menurut Febriana, dkk (2024), kondisi paling optimum nyala api pada kompor oli bekas diperoleh melalui campuran oli 50% dan solar 50% yang menghasilkan laju alir bahan bakar 1,8 L/jam serta suhu pembakaran 530–550 °C dengan nilai kalor sebesar 10.772,149 cal/gram.

Meskipun berbagai penelitian telah dilaksanakan, fokus sebagian besar penelitian tersebut masih tertuju pada sistem pembakaran yang relatif kompleks atau penerapannya pada skala yang lebih besar. Dengan demikian, dibutuhkan suatu perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah dengan desain yang lebih sederhana serta mudah dioperasikan. Perancangan tersebut bertujuan menghasilkan Perancangan tersebut bertujuan menghasilkan kompor portabel dengan desain yang lebih sederhana, mudah dioperasikan, serta menjadi salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar gas melalui pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif.

Perancangan kompor portabel ini diharapkan dapat dijadikan solusi untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat secara lebih ekonomis dan ramah lingkungan, terutama bagi masyarakat yang bermukim pada wilayah terpencil, jauh dari pusat perkotaan, serta memiliki keterbatasan akses terhadap distribusi LPG.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah pada Perancangan Kompor Portabel Berbahan Bakar Oli Bekas dan Minyak Jelantah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah yang ekonomis dan mudah digunakan?
2. Bagaimana oli bekas dan minyak jelantah dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kompor yang dirancang merupakan kompor portabel untuk penggunaan skala kecil (rumah tangga).
2. Bahan bakar yang digunakan berupa oli bekas dan minyak jelantah tanpa proses pengolahan lanjutan.

3. Sistem pembakaran menggunakan bantuan *Mini Turbo Jet Fan* sebagai penyalur udara.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari perancangan ini adalah:

1. Merancang kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah.
2. Mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar gas melalui pemanfaatan oli bekas dan minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif.

1.4.2 Manfaat

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan, maka manfaat dari perancangan ini adalah:

1. Memberikan alternatif sumber energi yang lebih ekonomis bagi masyarakat.
2. Mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat limbah oli bekas dan minyak jelantah.
3. Menjadi referensi dalam pengembangan kompor portabel berbahan bakar alternatif.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Pada bab ini dijelaskan landasan teori yang dijadikan dasar dalam perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah. Perancangan kompor portabel ini ditujukan untuk menghasilkan perangkat penghasil energi panas yang mampu memanfaatkan limbah oli bekas dan minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG. Melalui integrasi beberapa komponen utama, seperti *burner*, pipa saluran bahan bakar, *blower*, serta termokopel, kompor portabel dirancang agar mampu menghasilkan nyala api yang stabil dan efisien, serta mudah dioperasikan oleh masyarakat.

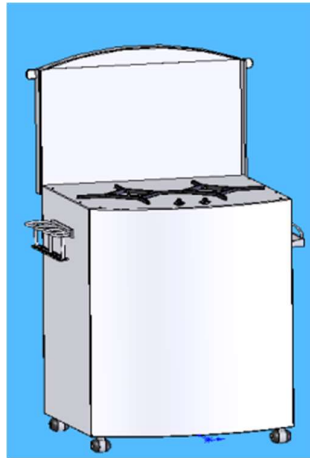
Agar perancangan kompor portabel dapat dilakukan secara tepat, diperlukan pemahaman mengenai beberapa teori pendukung yang meliputi konsep dasar kompor portabel, mekanisme perpindahan panas, karakteristik oli bekas dan minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif, konsep kalor dan nilai kalor bahan bakar, serta komponen-komponen pendukung sistem pembakaran, yaitu pipa, *blower*, dan termokopel. Seluruh teori tersebut dijelaskan secara berurutan pada subbab-subbab berikut.

2.1.1 Kompor portabel

Kompor portabel merupakan salah satu perangkat penghasil energi panas yang dirancang dengan bentuk ringkas agar mudah dipindahkan maupun dibawa untuk keperluan memasak, baik di dalam maupun di luar ruangan. Kompor portabel umumnya dioperasikan menggunakan bahan bakar gas LPG sebagai sumber energi utamanya. Berdasarkan penelitian (Gustopo & Sari, 2012), perancangan kompor gas portabel ditujukan untuk menghasilkan sistem pembakaran yang lebih efisien terhadap penggunaan bahan bakar serta bentuk yang lebih ergonomis terhadap stasiun kerja operator sehingga produktivitas kerja dapat ditingkatkan.

Kompor portabel terdiri atas beberapa komponen utama yang saling mendukung kinerja alat. Komponen pertama adalah tungku api (*burner*) yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pembakaran bahan bakar. Pada kompor gas portabel, *burner* umumnya menggunakan dua tipe, yaitu tipe 1 ring dan 2 ring, dengan pemilihan tungku didasarkan pada kapasitas pemakaian. Komponen kedua adalah rangka kompor yang berfungsi sebagai struktur penopang seluruh komponen kompor. Bahan rangka yang dipilih harus cukup kuat, tahan

terhadap panas, mudah dirakit, serta mudah diperbaiki, yang umumnya berupa plat besi siku. Komponen ketiga adalah kemasan (*casing*) yang berfungsi untuk melindungi komponen dalam kompor sekaligus memberikan tampilan estetik. Bahan *casing* yang dipilih harus bersifat keras, bersih, dan tahan panas, seperti *fiber*, aluminium, atau *stainless steel*. Komponen keempat adalah pemantik atau penyalat api yang berfungsi untuk menyalakan api pada *burner*. Pemantik yang digunakan harus bersifat awet, kuat, mudah, aman, serta cepat dalam pengoperasiannya agar operator merasa nyaman saat bekerja. Komponen kelima adalah roda atau troli yang dipasang pada kompor agar perangkat lebih mudah dipindah-pindahkan untuk berbagai kegiatan memasak (Gustopo & Sari, 2012).



Gambar 2. 1 Desain Kompor Gas Portabel
Sumber: Penelitian Gustopo, 2012

Berdasarkan penelitian (Gustopo & Sari, 2012) dihasilkan desain kompor gas portabel yang dikembangkan oleh memperlihatkan integrasi antara komponen utama, seperti *burner*, rangka, *casing*, pemantik, dan roda, yang disusun secara ergonomis agar mudah dioperasikan oleh pengguna. Desain tersebut dijadikan acuan dalam perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah pada penelitian ini, dengan beberapa penyesuaian pada sistem pembakaran, yaitu penambahan pipa saluran bahan bakar, *blower* sebagai penyuplai udara, serta termokopel sebagai sensor pengukur suhu pembakaran.

2.1.2 *Air Fuel Ratio* (AFR)

Air Fuel Ratio (AFR) atau rasio udara-bahan bakar merupakan perbandingan antara massa udara dengan massa bahan bakar yang digunakan pada proses pembakaran. AFR merupakan parameter penting yang digunakan untuk menunjukkan kualitas pembakaran, karena nilai AFR yang tepat dari bahan bakar dan oksigen merupakan faktor yang sangat menentukan keberhasilan proses pembakaran secara kimia (Perdana et al., 2018). Secara matematis, AFR dapat dirumuskan dengan persamaan 2.4.

$$AFR = \frac{M_{Udara}}{M_{Bahan\ Bakar}} \dots\dots\dots(2.4)$$

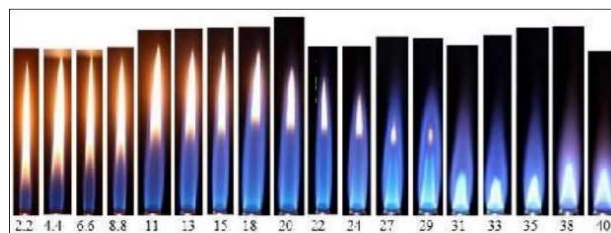
Keterangan:

- AFR = rasio udara terhadap bahan bakar
- M_{Udara} = massa udara (kg)
- $\dot{m}_{\text{bahan bakar}}$ = massa bahan bakar (kg)

Menurut (Perdana, (2018), dalam kesempurnaan pembakaran terdapat tiga hal utama yang memengaruhinya, yaitu perbandingan udara dan bahan bakar (AFR), kehomogenan campuran, serta temperatur pembakaran. Ketiga faktor tersebut menjadi acuan dalam perancangan sistem pembakaran pada kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah agar mampu menghasilkan nyala api yang stabil dan efisien.

Pada nilai AFR terdapat campuran kaya dan campuran kurus. Campuran kaya merupakan campuran di mana jumlah bahan bakar lebih banyak dibandingkan dengan udara, sedangkan campuran kurus merupakan campuran yang kekurangan bahan bakar atau kelebihan udara. Antara campuran kaya dan campuran kurus terdapat campuran stoikiometri, yaitu kondisi di mana perbandingan antara udara dengan bahan bakar berada dalam keadaan setimbang sehingga pembakaran berlangsung secara sempurna (Perdana, (2018).

Menurut (Perdana, (2018), AFR yang lebih rendah akan menghasilkan hidrokarbon yang tidak terbakar sempurna sehingga dapat merusak lingkungan. Kondisi tersebut perlu dihindari pada perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah, karena selain menurunkan efisiensi pembakaran, juga akan menghasilkan asap pekat serta emisi gas buang yang berbahaya bagi pengguna. Oleh karena itu, salah satu metode untuk mengoptimalkan proses pembakaran pada kompor yang dirancang adalah dengan mengatur nilai AFR melalui pengaturan suplai udara dari *blower* serta pengaturan laju alir bahan bakar dari tangki menuju *burner*.



Gambar 2. 2 Variasi AFR Terhadap Bentuk Nyala Api
Sumber: Penelitian Perdana, dkk, 2018

2.1.3 Kalor

Kalor merupakan bentuk energi yang dapat berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah akibat adanya perbedaan suhu di antara kedua benda tersebut. Kalor

diukur dalam satuan Joule (J) atau kalori (kal), dengan konversi 1 kalori setara dengan 4,184 Joule. Pada perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah, pemahaman mengenai kalor menjadi penting untuk menilai kemampuan bahan bakar dalam menghasilkan energi panas yang dibutuhkan untuk keperluan memasak. Besarnya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu benda dirumuskan sebagai persamaan 2.5.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

- Q = kalor (J)
- m = massa benda (kg)
- c = kalor jenis bahan (J/kg·°C)
- ΔT = perubahan suhu (°C)

Nilai kalor (*nilai kalor*) suatu bahan bakar didefinisikan sebagai jumlah energi panas yang dikeluarkan melalui proses pembakaran sempurna tiap satuan massa atau volume bahan bakar. Nilai kalor salah satu parameter utama yang digunakan untuk menilai kelayakan suatu bahan sebagai bahan bakar. Secara umum, nilai kalor dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. (*High Heating Value/HHV*)

Nilai kalor atas atau *High Heating Value* (HHV) merupakan nilai kalor yang diperoleh dengan asumsi bahwa seluruh uap udara yang dihasilkan proses pembakaran dikondensasikan kembali menjadi fasa cair pada kondisi standar. Dengan demikian, panas laten kondensasi uap air ikut diperhitungkan sebagai bagian dari energi panas yang dihasilkan. Hal tersebut menyebabkan nilai HHV lebih tinggi dibandingkan dengan nilai LHV karena seluruh energi yang terkandung dalam produk pembakaran, termasuk energi yang tersimpan dalam uap air, turut dihitung. Nilai HHV umumnya digunakan pada pengujian laboratorium dan perhitungan teoritis untuk mengetahui potensi energi maksimum yang dapat dihasilkan oleh suatu bahan bakar.

2. (*Low Heating Value/LHV*)

Nilai kalor bawah atau *Low Heating Value* merupakan nilai kalor yang diperoleh dengan mengabaikan panas laten kondensasi uap air, di mana uap air hasil pembakaran diasumsikan tetap berada dalam fasa gas saat produk pembakaran pembuangan ke lingkungan. Kondisi tersebut lebih mendekati keadaan nyata pada sistem pembakaran terbuka seperti kompor, karena uap udara yang dihasilkan umumnya langsung terbuang bersama gas buang tanpa mengalami kondensasi. Oleh karena itu, nilai LHV lebih sering digunakan sebagai acuan praktis dalam perancangan

dan pengujian peralatan pembakaran, termasuk pada perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah dalam penelitian ini.

Berdasarkan penelitian Kusnadi, dkk (2020), nilai kalor oli bekas dapat mencapai 10.684,912 Kcal/kg sehingga layak dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Hasil tersebut diperkuat oleh penelitian Febriana, dkk (2024), yang menemukan bahwa campuran oli bekas dan solar pada perbandingan 50%:50% menghasilkan nilai kalor sebesar 10.772,149 cal/gram dengan suhu pembakaran 530–550 °C. Pada proses pembakaran bahan bakar cair seperti oli bekas dan minyak jelantah, besarnya kalor yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain komposisi bahan bakar, perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR), serta kesempurnaan proses pembakaran. Apabila pembakaran berlangsung sempurna, seluruh energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar dapat dikonversi menjadi energi panas secara maksimal sehingga kompor portabel yang dirancang mampu menghasilkan kinerja yang optimal.

2.1.4 Oli Bekas

Oli bekas merupakan limbah pelumas yang dihasilkan dari pemakaian pada mesin kendaraan bermotor maupun mesin industri. Oli bekas umumnya dihasilkan dari bengkel, pabrik, serta aktivitas perawatan mesin. Akibat kandungan logam berat dan senyawa hidrokarbon yang tidak terbakar sempurna, oli bekas digolongkan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang penanganannya perlu dilakukan secara khusus agar tidak mencemari lingkungan.

Meskipun demikian, oli bekas masih mengandung energi yang cukup tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan kembali sebagai bahan bakar alternatif. Dalam penelitian Kusnadi, dkk (2020), nilai kalor oli bekas dapat mencapai 10.684,912 Kcal/kg sehingga layak dijadikan sumber energi alternatif. Pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar pada umumnya dilakukan melalui proses pengabutan (*atomisasi*) agar dapat terbakar secara sempurna pada *burner*. Di samping itu, oli bekas sering dicampur dengan solar pada perbandingan tertentu untuk meningkatkan kemampuan pembakaran, sebagaimana ditemukan oleh Febriana, dkk (2024) bahwa campuran oli 50% dan solar 50% menghasilkan kondisi pembakaran paling optimum.



Gambar 2. 3 Oli Bekas
Sumber: Data Pribadi, 2026

Berdasarkan Gambar 2.2, oli bekas yang digunakan pada penelitian ini merupakan limbah pelumas yang dihasilkan dari aktivitas bengkel kendaraan bermotor. Secara fisik, oli bekas memiliki warna hitam pekat akibat kandungan pengotor, partikel logam, serta senyawa karbon hasil pembakaran mesin. Oli bekas memiliki karakteristik viskositas (kekentalan) yang cukup tinggi Raharjo, (2009), sehingga memerlukan proses pengabutan (*atomisasi*) agar dapat terbakar secara sempurna pada *burner*. Dengan nilai kalor yang tinggi dan ketersediaan yang melimpah, oli bekas dinilai layak untuk dijadikan sebagai bahan bakar alternatif pada perancangan kompor portabel dalam penelitian ini. Selain mampu menghasilkan energi panas yang tinggi, pemanfaatan oli bekas juga memberikan manfaat ganda berupa pengurangan limbah B3 yang dapat mencemari lingkungan.

2.1.5 Minyak Jelantah

Minyak jelantah merupakan minyak goreng yang telah digunakan berulang kali pada proses penggorengan sehingga kualitasnya menurun dan tidak layak dikonsumsi kembali. Minyak jelantah umumnya dihasilkan dari aktivitas rumah tangga, restoran, serta industri makanan. Jika dibuang secara sembarangan, minyak jelantah dapat mencemari tanah dan perairan sehingga berdampak buruk terhadap lingkungan.

Minyak jelantah masih memiliki kandungan energi yang cukup tinggi karena di dalamnya masih terdapat senyawa hidrokarbon yang dapat terbakar. Titik bakar minyak sawit sebagai bahan baku utama minyak jelantah berada pada suhu sekitar 253 °C sehingga pemanasan awal diperlukan agar minyak dapat mencapai titik bakar tersebut Suwarno, dkk (2024). Nilai kalor minyak jelantah pada umumnya berkisar antara 35–39 MJ/kg sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Berdasarkan penelitian Suwarno, dkk (2024), kompor berbahan bakar minyak jelantah mampu memanaskan 500 ml air dari suhu 30 °C hingga 100 °C dalam waktu 9 menit dengan daya pemanasan sekitar 270 watt serta

mengonsumsi minyak jelantah sebesar 100 ml per jam operasi.

Kualitas minyak jelantah yang digunakan turut memengaruhi kinerja pembakaran. Pada penelitian Suwarno, dkk (2024) menemukan bahwa minyak jelantah berwarna gelap lebih sukar terbakar dibandingkan minyak jelantah yang jernih. Hal tersebut disebabkan oleh peningkatan kandungan air, pembentukan asam lemak bebas, kehadiran pengotor, peningkatan viskositas, penurunan titik nyala, serta penurunan stabilitas termal. Seluruh faktor tersebut menyebabkan perubahan sifat kimia dan fisik minyak sehingga minyak jelantah gelap menjadi lebih tahan terhadap pembakaran dibandingkan minyak segar.



Gambar 2. 4 Minyak Jelantah
Sumber: <https://www.hipwee.com>

2.1.6 *Double Nepel*

Double Nepel diklasifikasikan sebagai komponen penyambung mekanis yang dilengkapi dengan ulir pada kedua ujung bagian luarnya. Komponen ini difungsikan agar dua bagian komponen dapat disambungkan, dikunci, atau dikencangkan sehingga sambungan yang kuat dan kedap dapat dihasilkan. Pada kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah, nipel ganda umumnya diaplikasikan pada sistem instalasi perpipaan. Komponen ini digunakan agar fitting pipa saluran bahan bakar dari tangki menuju ruang bakar (*burner*) dapat diikat, serta agar sambungan pada saluran tekanan udara dapat diamankan. Material kuningan dipilih karena ketahanan yang sangat baik terhadap korosi akibat paparan minyak, oli, dan kelembapan dimiliki oleh material ini. Selain itu, konduktivitas termal yang memadai untuk dioperasikan di *area* bersuhu tinggi juga dimiliki oleh bahan tersebut.

Ukuran, diameter, serta jenis ulir (*pitch*) pada nipel ganda harus dipilih secara saksama agar integritas sambungan dapat dijaga. Kebocoran bahan bakar maupun hilangnya tekanan udara dapat diakibatkan oleh proses pemasangan komponen yang kurang presisi atau kurang kencang. Hal tersebut berpotensi menyebabkan efisiensi pembakaran diturunkan serta bahaya terhadap keselamatan kerja dipicu. Di samping itu, penguncian yang rapat tanpa rusaknya ulir pipa penghubung dimungkinkan oleh karakteristik material kuningan yang relatif lebih lunak dari baja namun sangat kuat. Terjadinya kemacetan ulir (*seizing*) akibat paparan suhu

panas juga dapat dicegah oleh karakteristik tersebut, sehingga proses perawatan dan pembongkaran kompor dapat dimudahkan.



Gambar 2. 5 *Double Nipel*

Sumber: <https://share.google/N3uY92WwomLNayOBp>

2.1.7 Pipa

Pipa merupakan komponen yang berfungsi sebagai saluran penghantar fluida, baik berupa cairan maupun gas, dari satu tempat ke tempat lain. Pada kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah, pipa digunakan sebagai saluran bahan bakar dari tangki menuju *burner* serta sebagai saluran udara dari *Mini Turbo Zet Fan* menuju ruang pembakaran. Pipa yang digunakan umumnya terbuat dari bahan logam, seperti tembaga, kuningan, atau baja tahan karat, karena memiliki ketahanan yang baik terhadap suhu tinggi dan tekanan.

Pemilihan jenis serta ukuran pipa sangat menentukan kinerja kompor. Diameter pipa yang terlalu kecil dapat menyebabkan aliran bahan bakar terhambat, sedangkan diameter yang terlalu besar dapat menurunkan tekanan aliran. Di samping itu, panjang pipa serta jumlah belokan juga memengaruhi besarnya kerugian tekanan (*pressure drop*) pada sistem.



Gambar 2. 6 Pipa

Sumber: Google, <https://share.google/meYdKqvccwYBgJ44V>

2.1.8 *Mini Turbo Jet Fan*

Mini Turbo Jet Fan merupakan salah satu jenis kipas berukuran kecil yang dirancang untuk menghasilkan aliran udara dengan kecepatan dan tekanan yang tinggi. Prinsip kerja *mini turbo jet fan* menyerupai sistem turbin mini, yaitu dengan memanfaatkan putaran kipas berkecepatan tinggi untuk menghasilkan dorongan udara (*thrust*) yang kuat melalui saluran keluaran yang sempit. Akibat ukurannya yang ringkas serta kemampuannya menghasilkan

aliran udara yang besar, *mini turbo jet fan* banyak dimanfaatkan pada berbagai aplikasi, termasuk pada sistem pembakaran kompor berbahan bakar cair.

Pada perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah, *mini turbo jet fan* dimanfaatkan sebagai penyuplai udara menuju *burner* agar proses pembakaran dapat berlangsung secara sempurna. Penggunaan *mini turbo jet fan* dipilih karena mampu menghasilkan aliran udara dengan kecepatan tinggi melalui saluran kecil sehingga sesuai dengan kebutuhan desain kompor portabel yang ringkas. Suplai udara dari *mini turbo jet fan* sangat diperlukan karena pembakaran bahan bakar cair seperti oli bekas dan minyak jelantah membutuhkan jumlah oksigen yang memadai untuk menghasilkan nyala api yang stabil serta pembakaran yang sempurna.



Gambar 2. 7 Mini Turbo Jet Fan

Sumber: Google, <https://share.google/BG1zHtdwR51MS7QFQ>

Berdasarkan kajian literatur, faktor koreksi pada *mini turbo jet fan* digunakan untuk menyesuaikan performa aliran udara akibat perubahan sifat fisik udara pada temperatur operasional. Mengacu pada *ASHRAE Handbook* dan teori mekanika fluida, peningkatan temperatur menyebabkan penurunan densitas udara, yang secara langsung mengurangi efisiensi bilah kipas dalam menghasilkan gaya dorong (*thrust*). Oleh karena itu, faktor koreksi diterapkan untuk memvalidasi kinerja perangkat pada kondisi operasi nyata, terutama saat digunakan dalam jangka waktu lama yang memicu kenaikan suhu internal (White, 2015).

Ketetapan mengenai nilai faktor koreksi yang disesuaikan dengan kondisi operasional *Mini Turbo Jet Fan* dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Faktor Koreksi Temperatur

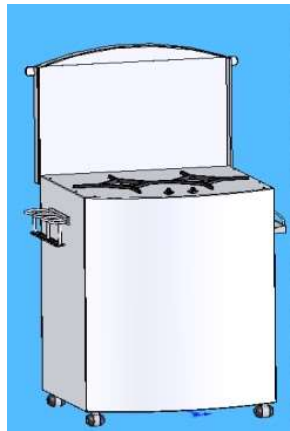
Kategori Operasional	Rentang Suhu (Estimasi)	Faktor Koreksi (k)
Kondisi Ideal	<38°C	1
Suhu Operasi Tinggi	38–121°C	1,1 - 1,5
Batas Termal Material	>250°F (>121°C)	1.71
Kondisi Ekstrem	>500°F (>260°C)	2,0 - 3,0

Sumber: Jurnal White, 2015

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait perancangan kompor portabel dengan pemanfaatan bahan bakar alternatif telah banyak dilakukan, khususnya pada kompor yang dioperasikan menggunakan bahan bakar konvensional seperti LPG maupun bahan bakar alternatif yang bersumber dari limbah dan energi terbarukan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Gustopo & Sari, 2012) menunjukkan bahwa perancangan kompor gas portabel berbahan bakar LPG yang diterapkan dengan prinsip ergonomi mampu meningkatkan kenyamanan operator serta produktivitas kerja secara signifikan. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh penurunan waktu baku memasak dari 23,42 menit menjadi 18,26 menit serta peningkatan *output* standar sebesar 25% dari 0,04 menjadi 0,05 memasak sate/menit. Meskipun demikian, penggunaan LPG sebagai bahan bakar masih memiliki beberapa kelemahan. Ketersediaan LPG di berbagai wilayah masih belum merata, terutama pada daerah dengan akses terbatas terhadap jaringan distribusi gas, sehingga harga pada tingkat konsumen akhir menjadi lebih mahal. Di samping itu, LPG tergolong ke dalam kelompok bahan bakar fosil yang bersifat tidak terbarukan dan turut menyumbang emisi gas rumah kaca.



Gambar 2. 8 Kompor Gas Portabel

Sumber: Penelitian Gustopo dan Sari, 2012

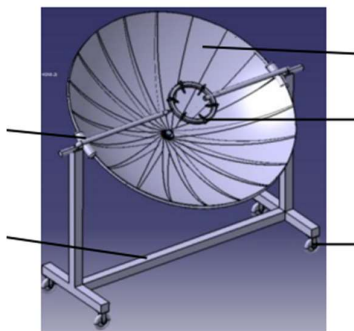
Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Siregar, dkk (2021) menunjukkan bahwa kompor portabel dapat dikembangkan dengan dimanfaatkannya bahan bakar alternatif dari limbah organik, yaitu briket kulit durian. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh biaya pembuatan satu unit kompor portabel sebesar Rp405.500 dengan waktu pembakaran satu briket mencapai 2,5 jam. Meskipun kompor tersebut mampu memanfaatkan limbah sebagai sumber energi, penggunaan bahan bakar padat seperti briket masih memiliki beberapa kendala. Waktu pembakaran yang dihasilkan cenderung lama, ketersediaan bahan baku bergantung pada musim, serta pengaturan temperatur pada proses memasak masih sulit dilakukan. Di samping

itu, pembakaran bahan bakar padat cenderung menghasilkan asap dan residu pembakaran yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak ditangani secara tepat.



Gambar 2. 9 Kompor Portabel Briket
Sumber: Penelitian Siregar dkk, 2021

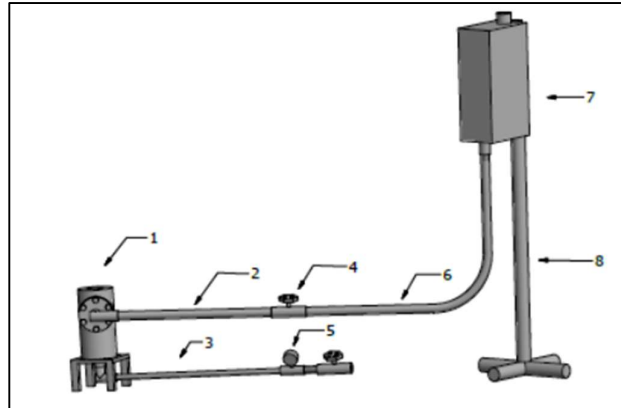
Pada penelitian Dwicaksono & Rangkuti (2018) menegaskan pentingnya pengembangan kompor portabel berbahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, yaitu kompor energi matahari tipe parabola kipas. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh temperatur tertinggi sebesar 84 °C dengan efisiensi sebesar 4,42% serta Daya Insolasi rata-rata sebesar 561,48 W. Meskipun kompor energi matahari bersifat ramah lingkungan dan tidak memerlukan bahan bakar, masih terdapat beberapa keterbatasan pada aspek operasionalnya. Kinerja kompor sangat bergantung pada kondisi cuaca, waktu pemanasan yang dibutuhkan cenderung lama (69 menit untuk pemanasan sensibel), serta dimensi alat yang dihasilkan cukup besar (diameter reflektor 117 cm dengan berat 20 kg) sehingga kurang praktis untuk digunakan sebagai kompor portabel rumah tangga.



Gambar 2. 10 Parabola Kipas
Sumber: Penelitian Dwicaksono dan Rangkuti, 2018

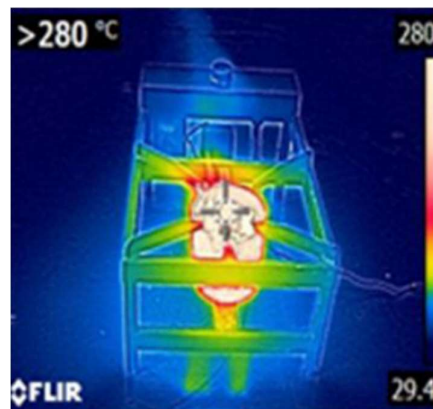
Pada penelitian yang dilakukan oleh Pratama, dkk (2020) mengenai rancang bangun burner berbahan bakar oli bekas, ditunjukkan bahwa limbah oli bekas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif melalui proses penguapan dan pencampuran udara bertekanan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa burner yang dirancang mampu menghasilkan temperatur pembakaran hingga 1127 °C pada tekanan udara 3,5 bar. Selain itu, peningkatan tekanan udara terbukti berpengaruh terhadap kenaikan temperatur dan panjang nyala api yang dihasilkan.

Meskipun demikian, burner yang dikembangkan masih memiliki dimensi yang relatif besar, memerlukan kompresor sebagai sumber suplai udara, serta menghasilkan suara bising pada tekanan tinggi sehingga kurang praktis untuk diaplikasikan sebagai kompor portabel rumah tangga.



Gambar 2.11 Burner Berbahan Bakar Oli Bekas
Sumber: Penelitian ratama dkk, 2020

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Adiwidodo, dkk (2025) mengenai kompor portabel berbahan bakar oli bekas menunjukkan bahwa variasi jumlah lubang *nozzle* dan debit udara berpengaruh terhadap distribusi temperatur pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur tertinggi mencapai 793 °C pada debit udara 0,006 m³/s, sedangkan variasi jumlah lubang *nozzle* memengaruhi karakteristik nyala api yang dihasilkan. Penelitian tersebut membuktikan bahwa pengaturan suplai udara memiliki peranan penting dalam meningkatkan kualitas pembakaran oli bekas. Namun demikian, sistem suplai udara yang digunakan masih memerlukan pengaturan debit yang cukup presisi agar pembakaran dapat berlangsung secara optimal.



Gambar 2.12 Kompor Portabel Berbahan Bakar Oli Bekas
Sumber: Penelitian Aprilianto dan Adiwidodo, 2025

Penelitian lainnya dilakukan oleh (Farid, dkk (2023) mengenai peningkatan kualitas

nyala api pada kompor *blower* rumah tangga berbahan bakar minyak jelantah. Penelitian tersebut menggunakan variasi kecepatan *blower* sebesar 1,5 m/s, 3,5 m/s, dan 5,5 m/s untuk mengetahui pengaruh suplai udara terhadap kualitas pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan udara 5,5 m/s menghasilkan temperatur api tertinggi sebesar 497,1 °C, waktu pemasakan tercepat selama 6 menit, serta efisiensi termal sebesar 12,67%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan aliran udara mampu memperbaiki kualitas nyala api, mempercepat proses pembakaran, dan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar minyak jelantah. Meskipun demikian, temperatur yang dihasilkan masih relatif lebih rendah dibandingkan sistem pembakaran berbahan bakar hidrokarbon lainnya sehingga diperlukan pengembangan desain burner dan sistem pencampuran udara yang lebih optimal.



Gambar 2.13 Kompor *Blower* Berbahan Bakar Minyak Jelantah
Sumber: Penelitian Farid dkk, (2023)

Berdasarkan penelitian terdahulu, perancangan kompor portabel dengan berbagai jenis bahan bakar menunjukkan keunggulan dan kekurangan masing-masing. Kompor berbahan bakar LPG diunggulkan dalam hal kestabilan pembakaran, namun masih memiliki keterbatasan pada distribusi serta ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Kompor berbahan bakar briket dari limbah diunggulkan pada aspek pemanfaatan limbah, namun pengaturan pembakarannya masih belum efisien. Sementara itu, kompor berenergi matahari bersifat ramah lingkungan, namun kurang praktis dan sangat bergantung pada kondisi cuaca. Penelitian mengenai oli bekas menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut mampu menghasilkan temperatur pembakaran yang tinggi, namun masih memerlukan sistem suplai udara bertekanan dan desain burner yang relatif besar.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengembangan melalui perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah yang memiliki karakteristik pembakaran bersih, serta ketersediaan bahan bakar yang melimpah. Pemanfaatan limbah oli bekas dan minyak jelantah diharapkan dapat dijadikan solusi atas keterbatasan bahan bakar konvensional dan bahan bakar alternatif sebelumnya, dengan keunggulan berupa pemanfaatan

limbah yang melimpah, biaya operasional yang rendah, serta kemudahan dalam pengoperasian. Perancangan kompor portabel ini juga dilengkapi dengan sistem suplai udara menggunakan *mini turbo jet fan* agar nilai AFR dapat dioptimalkan dan emisi asap dapat diminimalisasi.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

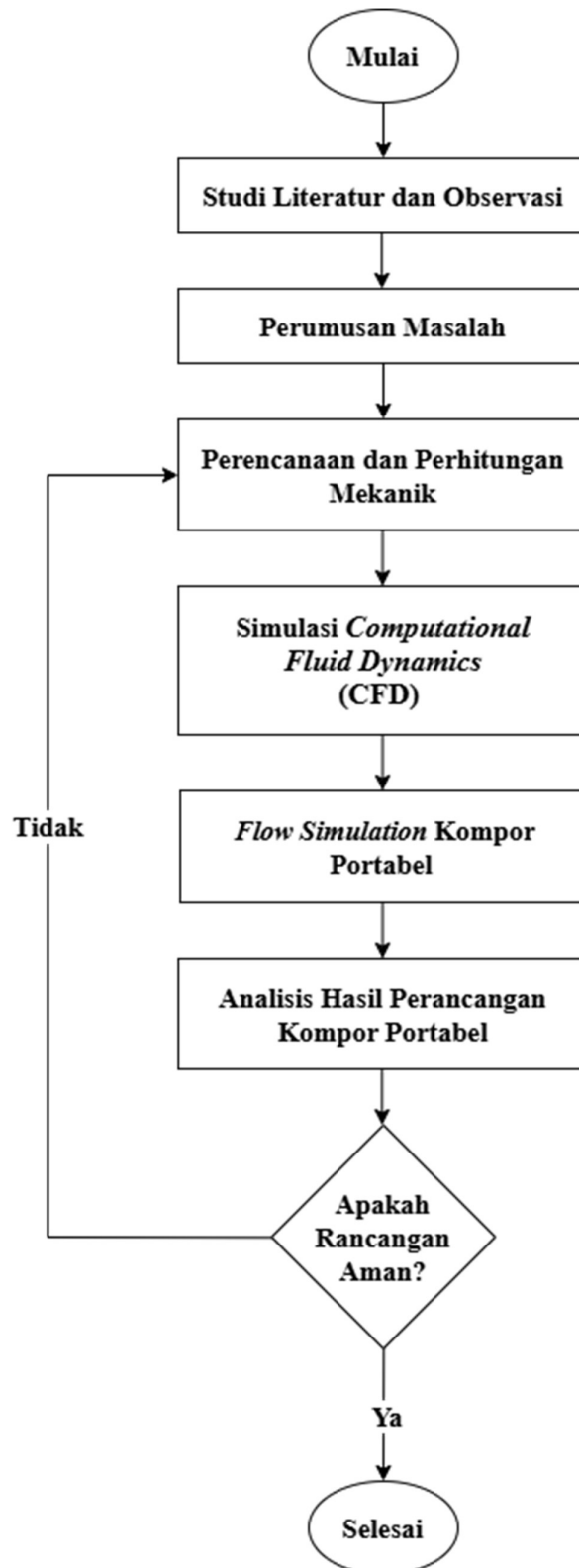
3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

Flowchart metodologi penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk memahami konsep dasar perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah. Pada tahap ini, teori yang berkaitan dengan sistem pembakaran bahan bakar cair, karakteristik oli bekas dan minyak jelantah, perpindahan panas, serta komponen pendukung kompor dipelajari sebagai dasar perancangan.

Setelah itu, identifikasi kebutuhan dilakukan untuk menetapkan spesifikasi dan tujuan perancangan. Kebutuhan yang dianalisis meliputi bentuk kompor yang ringkas, kemudahan pemindahan, kestabilan nyala api, sistem suplai udara, keamanan penggunaan, serta efisiensi biaya pembuatan.

Berdasarkan spesifikasi tersebut, desain awal dibuat dalam bentuk model 3D menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Model 3D ini digunakan untuk menggambarkan bentuk kompor secara keseluruhan, tata letak burner, tangki bahan bakar, pipa saluran bahan bakar, mini turbo jet fan, termokopel, rangka, dan dudukan alat masak.

Setelah desain model 3D selesai, pemilihan komponen standar dilakukan sesuai dengan kebutuhan teknis dan biaya yang minimum. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen yang digunakan dapat memenuhi kriteria desain dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Dengan demikian, penelitian ini diarahkan untuk mencapai tujuan Perancangan Kompor Portabel Berbahan Bakar Oli Bekas dan Minyak Jelantah.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian
Sumber: Data Pribadi, 2026

3.2 Metode Perancangan

Metode perancangan menggunakan perangkat lunak SolidWorks pada penelitian “Perancangan Kompor Portabel Berbahan Bakar Oli Bekas dan Minyak Jelantah” diawali dengan studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teori mengenai prinsip pembakaran bahan bakar cair, karakteristik oli bekas dan minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif, sistem atomisasi bahan bakar, serta perbandingan udara dan bahan bakar atau *Air Fuel Ratio* (AFR). Selain itu, dikaji pula penggunaan *Mini Turbo Jet Fan* sebagai sistem pemasok udara yang digunakan untuk mendukung proses pembakaran agar dapat berlangsung secara lebih optimal dan stabil.

Pada tahap perancangan, desain detail yang dilakukan meliputi pemilihan material tahan panas, penentuan ukuran rangka dan burner, penempatan mini turbo jet fan, serta penggunaan oli bekas dan minyak jelantah sebagai bahan bakar. Sistem pengaturan aliran bahan bakar dirancang secara manual menggunakan katup pengatur agar debit bahan bakar dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembakaran.

Tahap simulasi pada SolidWorks dilakukan untuk menguji distribusi suhu dan aliran udara pada ruang pembakaran, sehingga kesesuaian desain dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dapat dipastikan. Pemilihan komponen standar dilakukan berdasarkan efisiensi biaya dan ketersediaan di pasaran, dengan tujuan menghasilkan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah yang efisien, ekonomis, serta siap digunakan oleh masyarakat, khususnya yang berada di wilayah terpencil dengan keterbatasan akses terhadap bahan bakar konvensional.

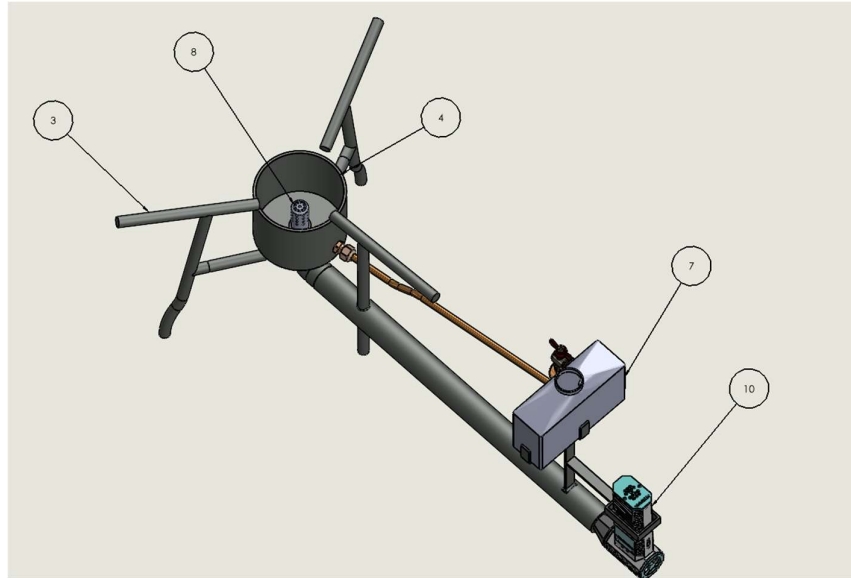
3.3 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik dilakukan sebagai suatu tahapan dalam pengembangan kompor portabel beserta komponen pendukungnya agar dapat memenuhi kebutuhan fungsional dan aspek kemudahan penggunaan. Pada perancangan kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah, beberapa komponen utama ditentukan, antara lain *Mini Turbo Jet Fan* sebagai pemasok udara, *burner* yang menggunakan material tahan panas, katup pengatur sebagai sistem pengaturan aliran bahan bakar, serta rangka yang dirancang agar memiliki bentuk ringkas dan mudah dipindahkan.

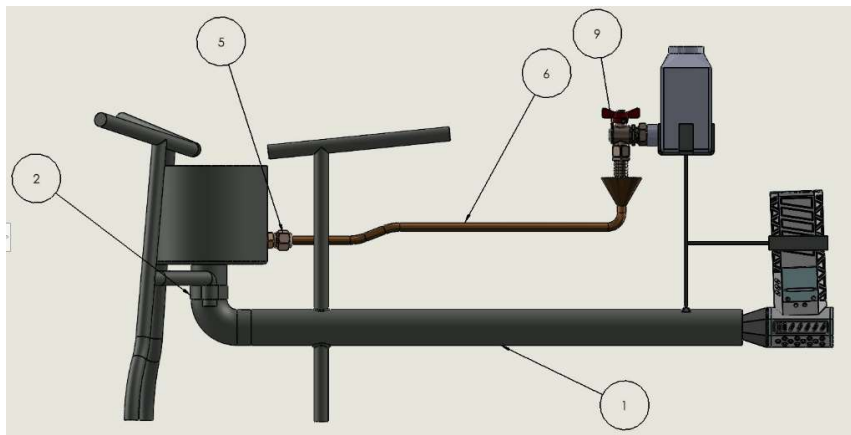
Tahapan perancangan mekanik ini melibatkan pemodelan 3D dan simulasi menggunakan SolidWorks untuk memastikan desain sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Melalui simulasi tersebut, distribusi panas, aliran udara, serta kesesuaian posisi antar komponen dapat dianalisis sebelum rancangan direalisasikan. Dengan demikian,

rancangan yang dihasilkan diharapkan siap diaplikasikan sebagai bahan bakar alternatif khususnya bagi masyarakat di wilayah terpencil yang memiliki keterbatasan akses terhadap bahan bakar konvensional.

3.4 Desain Tungku Pembakaran



Gambar 3. 2 Desain Kompor Portabel Pandangan Isometri
Sumber: Data Pribadi, 2026



Gambar 3. 3 Desain Kompor Portabel Pandangan Depan
Sumber: Data Pribadi, 2026

Keterangan gambar:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. Pipa Udara | 7. Tangki Bahan Bakar |
| 2. Ring kaki kompor | 8. Nozzel Burner |
| 3. Kaki Kompor | 9. Keran oli |
| 4. Burner | 10. Mini Turbo Zet fan |

5. Double Nepel

6. Pipa oli

3.5 Perhitungan Sistematis Kompor Portabel

Perhitungan sistematis kompor portabel merupakan proses untuk menentukan kebutuhan bahan bakar, udara, dan parameter operasional lainnya dalam sistem pembakaran agar dapat berjalan secara baik dan aman.

Tabel 3. 1 Acuan Perhitungan Kompor Portabel

Massa benda (air)	1 kg
Suhu awal benda (T_1)	30°C
Suhu akhir benda (T_2)	100°C
Massa jenis udara (ρ_{udara})	1,2 kg/m ³
Bahan bakar	Oli bekas dan Minyak Jelantah
Kalor pembakaran OLI (HV_{oli})	38 MJ/kg
Kalor pembakaran Minyak Jelantah ($HV_{Minyak\ Jelantah}$)	37 MJ/kg
Kapasitas panas spesifik air (C_p)	4,2 kJ/kg·°C
Rasio udara terhadap bahan bakar (AFR)	14,7:1
Efisiensi pada proses pembakaran	80%

Sumber: Data Pribadi, 2026

1. Menghitung kebutuhan energi yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 100°C

Energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu Air dari T_1 ke T_2 dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q = m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2)$$

$$Q = 1 \times 4,2 \times 70 = 294 \text{ kJ} = 0,294 \text{ MJ}$$

2. Menghitung energi yang dibutuhkan dari bahan bakar berdasarkan efisiensi

Efisiensi pembakaran 100% tidak mungkin tercapai karena selalu terdapat energi yang hilang, seperti panas yang terbuang ke udara, pembakaran yang tidak sempurna, atau panas yang merambat keluar dari tungku. Menggunakan asumsi efisiensi desain 80% dipilih sebagai nilai yang realistis dan mencerminkan tingkat pembakaran yang efisien.

$$Q_{bahan\ bakar} = \frac{Q}{Efisiensi}$$

$$Q_{\text{bahan bakar}} = \frac{294 \text{ kJ}}{0,80} = 367,5 \text{ kJ}$$

3. Menghitung massa bahan bakar yang dibutuhkan

Dengan nilai kalor pembakaran (LHV) Oli Bekas sebesar 38 MJ/kg (38.000 kJ/kg) dan Minyak Jelantah sebesar 37 MJ/kg (37.000 kJ/kg), massa bahan bakar yang dibutuhkan adalah:

a. Oli Bekas

$$m_{OLI} = \frac{Q_{\text{bahan bakar}}}{HV_{OLI}}$$

$$m_{LPG} = \frac{367,5 \text{ kJ}}{38000 \text{ kJ/kg}} = 0,00967 \text{ kg} \rightarrow 9,67 \text{ g.}$$

b. Minyak Jelantah

$$m_{\text{Minyak jelantah}} = \frac{Q_{\text{bahan bakar}}}{HV_{\text{Minyak Jelantah}}}$$

$$m_{\text{Minyak jelantah}} = \frac{367,5 \text{ kJ}}{37000 \text{ kJ/kg}} = 0,00993 \text{ kg} \rightarrow 9,93 \text{ g.}$$

4. Menghitung kebutuhan udara berdasarkan rasio udara bahan bakar (AFR)

Rasio Udara terhadap Bahan Bakar atau AFR merupakan perbandingan antara massa udara dengan massa bahan bakar yang disuplai ke dalam ruang bakar selama proses pembakaran. Nilai rasio ini mengacu pada penelitian Perdana, dkk (2018), yang menyimpulkan bahwa AFR 14,7:1 adalah kondisi stoikiometri yang ideal untuk pembakaran bahan bakar cair berbasis minyak nabati. Pada kondisi rasio tersebut, proses pembakaran dapat berlangsung secara sempurna dan menghasilkan nyala api yang paling stabil, sehingga tingkat konsumsi bahan bakar menjadi jauh lebih efisien. Rasio udara bahan bakar yang diberikan adalah 14,7:1, yang berarti untuk setiap 1 kg Oli dan Minyak Jelantah, dibutuhkan 14,7 kg udara.

c. Massa udara Oli

$$m_{\text{udara}} = m_{OLI} \times \text{AFR}$$

$$m_{\text{udara}} = 0,00967 \times 14,7 = 0,14215 \text{ kg} \rightarrow 142,15 \text{ g.}$$

d. Volume udara Oli

$$V_{\text{udara}} = \frac{m_{\text{udara}}}{\rho_{\text{udara}}}$$

$$V_{\text{udara}} = \frac{0,14215 \text{ kg}}{1,2 \text{ kg/m}^3} = 0,118 \text{ m}^3$$

e. Debit udara Oli

$$(\dot{V}) = \frac{V_{\text{udara}}}{t(\text{waktu})}$$

$$(\dot{V}) = \frac{0,118 \text{ m}^3}{0,1 \text{ jam}} = 0,118 \text{ m}^3/\text{jam}$$

f. Massa udara Minyak Jelantah

$$m_{udara} = m_{Minyak\ Jelantah} \times AFR$$

$$m_{udara} = 0,00993 \times 14,7 = 0,14597 \text{ kg} \rightarrow 145,97 \text{ g.}$$

g. Volume udara Minyak Jelantah

$$V_{udara} = \frac{m_{udara}}{\rho_{udara}}$$

$$V_{udara} = \frac{0,14597 \text{ kg}}{1,2 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 0,122 \text{ m}^3$$

h. Debit udara Minyak Jelantah

$$(\dot{V}) = \frac{V_{udara}}{t(waktu)}$$

$$(\dot{V}) = \frac{0,122 \text{ m}^3}{0,1 \text{ jam}}$$

$$= 0,122 \text{ m}^3/\text{jam}$$

5. Menghitung laju aliran massa bahan bakar dan massa Udara

Penggunaan mini turbo jet fan pada kompor portabel mempercepat proses pembakaran dengan menyediakan suplai udara yang memadai sehingga efisiensi pembakaran meningkat dan waktu pemanasan menjadi lebih singkat.

- Menghitung laju aliran massa bahan bakar

Laju aliran massa adalah massa per satuan waktu

$$\dot{m}_{\text{bahan bakar}} = \frac{m_{\text{bahan bakar}}}{t(waktu)}$$

$$\dot{m}_{OLI} = \frac{0,000967 \text{ kg}}{360 \text{ s}}$$

$$= 0,0000269 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_{Minyak\ Jelantah} = \frac{0,000993 \text{ kg}}{360 \text{ s}}$$

$$= 0,0000276 \text{ kg/s}$$

- Menghitung laju aliran massa udara

Laju aliran massa adalah massa per satuan waktu

$$\dot{m}_{udara} = \frac{m_{udara}}{t(waktu)}$$

$$\dot{m}_{udara(oli)} = \frac{0,14215 \text{ kg}}{360 \text{ s}} = 0,000395 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_{udara(Minyak\ Jelantah)} = \frac{0,14597 \text{ kg}}{360 \text{ s}} = 0,000405 \text{ kg/s}$$

6. Menentukan spesifikasi Mini Turbo Jet Fan

Debit udara dihitung berdasarkan laju aliran massa udara dan densitas udara:

$$Q = \frac{\dot{m}_{udara(oli)}}{\rho_{udara}}$$

$$Q = \frac{0,000395}{1,2} = 0,000329 m^3/s = 1,19 m^3/jam$$

$$Q = \frac{\dot{m}_{udara(Minyak Jelantah)}}{\rho_{udara}}$$

$$Q = \frac{0,000405}{1,2} = 0,000338 m^3/s = 1,22 m^3/jam$$

Namun, dalam kondisi operasional nyata, terdapat berbagai faktor yang dapat menyebabkan penurunan kinerja sistem, seperti rugi-rugi aliran, kebocoran, serta peningkatan temperatur di dalam ruang bakar. Oleh karena itu, digunakan faktor koreksi untuk menyesuaikan perhitungan teoritis dengan kondisi aktual.

Pada penelitian ini, nilai faktor koreksi mengacu pada Tabel 2.1, faktor koreksi ditetapkan sebesar 1,5 dengan mempertimbangkan kondisi suhu tinggi pada ruang pembakaran sebesar 100°C. Dengan demikian, debit udara desain diperoleh dengan mengalikan debit udara teoritis terhadap faktor koreksi tersebut.

$$Q_{desain(OLI)} = 1,19 \times 1,5 = 1,79 m^3/jam$$

$$Q_{desain(Minyak Jelantah)} = 1,22 \times 1,5 = 1,83 m^3/jam$$

Berdasarkan hasil tersebut, debit udara maksimum yang dibutuhkan sistem adalah 1,79 m³/jam dan 1,83 m³/jam. Oleh karena itu, *mini turbo jet fan* yang digunakan harus memiliki kapasitas aliran udara minimal sebesar 3 m³/jam untuk memastikan suplai udara tetap mencukupi dalam berbagai kondisi operasi. Pemilihan kipas dengan ukuran kompak sangat sesuai untuk kompor portabel karena memiliki konsumsi daya yang relatif rendah, namun tetap mampu menghasilkan aliran udara yang cukup untuk menjaga kestabilan nyala api pada kondisi mendekati stoikiometri.

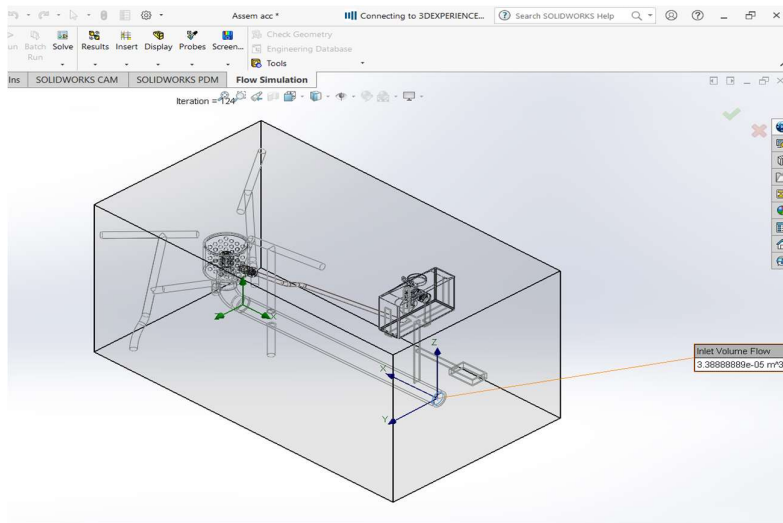
3.6 Perancangan Simulasi Aliran Udara dan Termal *Burner* Kompor

Simulasi mekanika fluida (*Computational Fluid Dynamics/CFD*) dan analisis termal dilakukan untuk mengetahui karakteristik aliran udara dan distribusi temperatur pada sistem penyuplai udara dan ruang pembakaran kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak *SOLIDWORKS Flow Simulation* sebagai pendekatan numerik untuk mengevaluasi performa desain sebelum dilakukan proses manufaktur dan pengujian aktual.

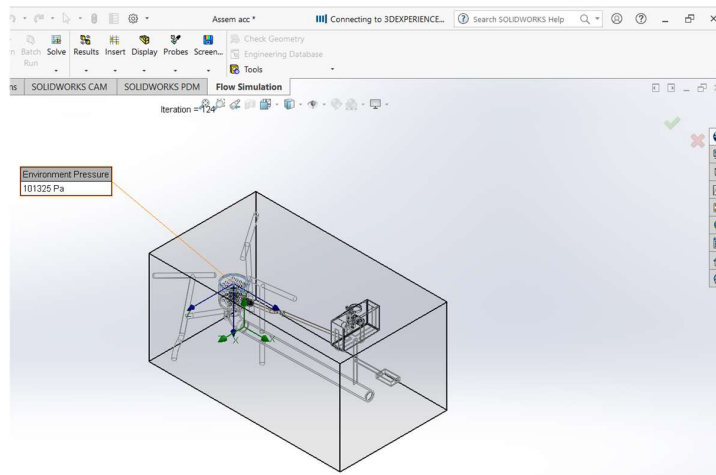
3.6.1 Penentuan *Boundary Condition*

Tahap awal simulasi dilakukan dengan menetapkan kondisi batas (*boundary conditions*) pada domain simulasi. Kecepatan aliran udara masuk ditentukan menggunakan fitur *Inlet Velocity* pada saluran masuk udara yang terhubung dengan sistem *Mini Turbo Jet Fan*. Nilai kecepatan atau debit udara yang digunakan ditentukan berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan udara pembakaran menggunakan metode AFR yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya.

Selanjutnya, tekanan lingkungan pada area keluaran (*outlet*) ditentukan menggunakan fitur *Environment Pressure* untuk merepresentasikan kondisi operasi aktual pada tekanan atmosfer. Pengaturan kondisi batas ini bertujuan agar aliran udara yang terbentuk selama simulasi mendekati kondisi kerja kompor sebenarnya.



Gambar 3. 4 *Boundary Conditions Inlet Volume Flow*
Sumber: Data Pribadi, 2026

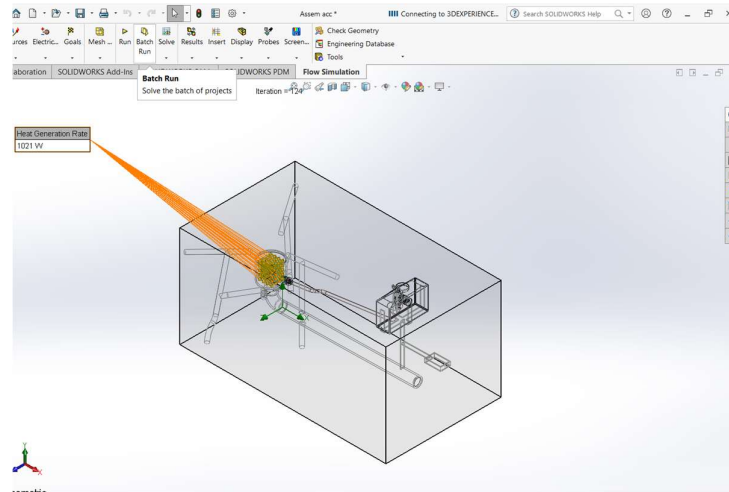


Gambar 3. 5 *Boundary Conditions Environment Pressure*
Sumber: Data Pribadi, 2026

3.6.2 Penentuan *Heat Sources*

Setelah *Boundary Conditions* ditentukan, selanjutnya dilakukan pengaturan sumber panas menggunakan fitur *Heat Sources* pada bagian ruang pembakaran. Parameter ini digunakan untuk menggambarkan panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar berupa oli bekas dan minyak jelantah.

Penentuan sumber panas dilakukan agar proses perpindahan dan penyebaran panas di dalam ruang pembakaran dapat dianalisis. Selain itu, distribusi temperatur pada bagian-bagian kompor selama simulasi berlangsung juga dapat diketahui sehingga kondisi termal pada rancangan dapat dievaluasi.



Gambar 3. 6 Penentuan *Heat Sources*
Sumber: Data Pribadi, 2026

3.6.3 Menjalankan Simulasi (*Run*)

Setelah seluruh *Boundary Conditions* dan *Heat Sources* selesai ditentukan, proses komputasi dijalankan melalui perintah *Run*. Proses perhitungan dilakukan melalui beberapa tahap iterasi hingga diperoleh kondisi yang konvergen. Setelah proses tersebut selesai, distribusi temperature, dan pola aliran udara yang terbentuk dapat dianalisis. Data yang diperoleh akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja kompor portabel dalam hal penyebaran panas dan kinerja sistem pemasok udara.

3.7 Perancangan Simulasi Aliran Bahan Bakar Kompor

Simulasi aliran bahan bakar cair dilakukan untuk memodelkan proses injeksi, trajektori tetesan partikel (*droplets trajectory*). Berbeda dengan simulasi fasa gas murni, bahan

bakar cair berupa oli bekas dan minyak jelantah dimodelkan menggunakan fitur *Particle Study (Injections)* pada perangkat lunak SOLIDWORKS *Flow Simulation*. Dalam simulasi tersebut, terdapat beberapa faktor yang memengaruhi pergerakan partikel diperhitungkan, seperti gaya gravitasi, gaya hambat (*drag force*), viskositas, dan massa jenis bahan bakar.

3.7.1 Penentuan Parameter Properti Bahan Bakar

Tahap awal dalam simulasi aliran bahan bakar cair dilakukan dengan meng-inisialisasi parameter termofisika bahan bakar ke dalam *Engineering Database SOLIDWORKS Flow Simulation*. Sifat bahan bakar berupa oli bekas dan minyak jelantah dimasukkan melalui kategori *User Defined Fluids*. Data sifat bahan bakar dilakukan agar karakteristik fluida dapat direpresentasikan dalam simulasi. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk melakukan perhitungan terhadap pergerakan bahan bakar dan perpindahan panas yang terjadi selama proses simulasi.

Berikut adalah hasil perhitungan dan konversi keempat parameter tersebut dari kondisi lab (15°C) ke kondisi operasional/simulasi (30°C), beserta langkah perhitungannya

1. Perhitungan untuk Oli Bekas:

- a. Data lab (15°C): $\rho_{15} = 869,0 \text{ kg/m}^3$, $\mu_{15} = 142,5 \text{ cP}$

- b. *Density* (ρ):

$$\rho_{30} = 869,0 - 0,65 \times (30 - 15) = 869,0 - 9,75 = 859,25 \text{ kg/m}^3$$

$$SG_{30} = \frac{859,25}{1.000} = 0,8593$$

- c. *Dynamic Viscosity* (μ):

$$\mu_{30} = 142,5 \times e^{-0,045 \times 15} \approx 72,55 \text{ cP}$$

$$\mu_{30} = \frac{72,55}{1.000} = 0,0726 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- d. *Specific Heat* (C_p):

$$C_p = \frac{1}{\sqrt{0,8593}} \times (1,685 + 0,00339 \times 30) \times 1.000$$

$$C_p = \frac{1}{0,9270} \times 1.786,7 = 1.927,49 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$$

- d. *Thermal Conductivity* (k):

$$k = \frac{0,117}{0,8593} \times (1 - 0,00054 \times 30)$$

$$= \frac{0,1151}{0,8593} = 0,1340 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

2. Perhitungan untuk Minyak Jelantah:

a. Data lab (15°C): $\rho_{15} = 916,1 \text{ kg/m}^3$, $\mu_{15} = 103,0 \text{ cP}$

b. Density (ρ):

$$\rho_{30} = 916,1 - 0,65 \times (30 - 15) = 916,1 - 9,75 = 906,35 \text{ kg/m}^3$$

$$SG_{30} = \frac{906,35}{1.000} = 0,9064$$

c. *Dynamic Viscosity* (μ):

$$\mu_{30} = 103,0 \times e^{-0,045 \times 15} \approx 52,44 \text{ cP}$$

$$\mu_{30} = \frac{52,44}{1.000} = 0,0524 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

d. *Specific Heat* (C_p):

$$C_p = \frac{1}{\sqrt{0,9064}} \times (1,685 + 0,00339 \times 30) \times 1.000$$

$$C_p = \frac{1}{0,9520} \times 1.786,7 = 1.876,74 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$$

e. *Thermal Conductivity* (k):

$$k = \frac{0,117}{0,9064} \times (1 - 0,00054 \times 30) = \frac{0,1151}{0,9064} = 0,1270 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

Tabel 3. 2 Perhitungan Penentuan Parameter Properti Bahan Bakar

No	Parameter Properti	Simbol	Satuan	Oli Bekas (<i>Used Engine Oil</i>)	Minyak Jelantah (UCO)
1	<i>Density</i>	ρ	kg/m ³	859,25	906,35
2	<i>Dynamic viscosity</i>	μ	Pa·s	0,07255	0,05244
3	<i>Specific heat</i>	C_p	J/(kg·K)	1.927,49	1.876,74
4	<i>Thermal conductivity</i>	k	W/(m·K)	0,134	0,127

Sumber: Data Pribadi, 2026

3.7.2 Pengaturan Injeksi Partikel Bahan Bakar

Setelah sifat termofisika bahan bakar terdaftar di *Engineering Database*, langkah selanjutnya adalah mengonfigurasi fitur *Particle Study (Injections)*. Pengaturan ini digunakan untuk memodelkan proses masuknya bahan bakar cair dari saluran katup menuju ruang pembakaran (*burner*).

Parameter pengaturan injeksi yang diterapkan pada domain simulasi meliputi:

1. Pemilihan Area Injeksi (*Selection Face*)

Injeksi ditetapkan pada permukaan dalam (*Face LID*) pipa saluran oli dan katup kran

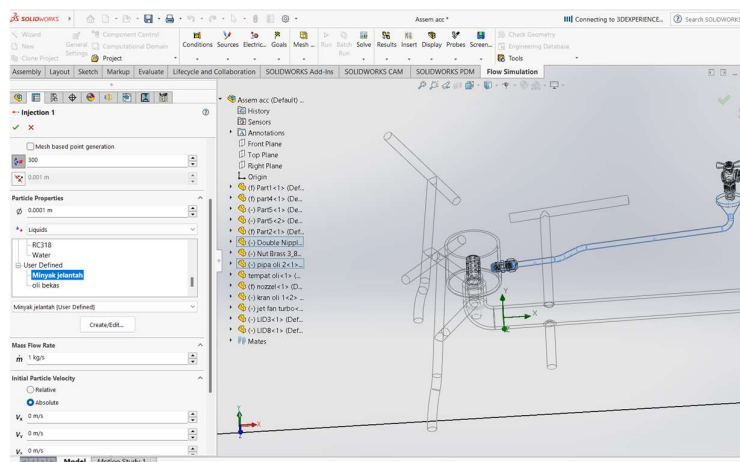
penyuplai yang mengarah langsung ke corong ruang bakar.

2. Diameter Tetesan Partikel (*Particle Diameter*)

Diameter rata-rata tetesan minyak cair teratomisasi ditetapkan sebesar 0,0001 m ($100\ \mu\text{m}$) untuk merepresentasikan efektivitas pengabutan *nozzle* mikro.

3. Temperatur Awal Partikel (*Initial Particle Temperature*)

Suhu penyalan awal partikel diatur pada mode *Absolute* sebesar 700°C hingga 900°C ($973,15\ \text{K} - 1173,15\ \text{K}$) sesuai dengan tingkat variasi percobaan untuk memodelkan reaksi awal pembakaran uap minyak saat memasuki zona api.



Gambar 3. 7 Temperatur Awal Partikel
Sumber: Data Pribadi, 2026

3.7.3 Hasil Simulasi

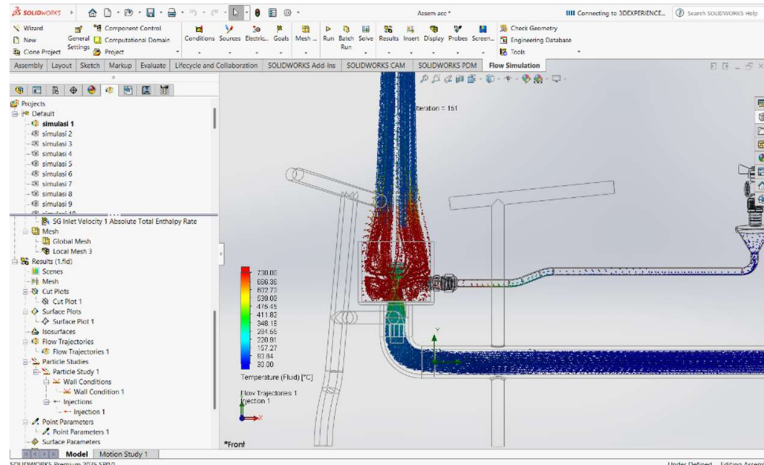
Setelah proses simulasi selesai dijalankan, hasil simulasi dianalisis berdasarkan parameter keluaran yang diperoleh dari perangkat lunak *solidworks Flow Simulation*. Parameter yang diamati meliputi distribusi temperatur *fluid*, distribusi temperatur padatan, dan pola aliran udara yang terbentuk selama proses pembakaran. Hasil tersebut digunakan untuk mengetahui kondisi aliran dan temperatur yang terjadi pada kompor portabel selama proses pembakaran.

3.7.4 Temperatur Fluid

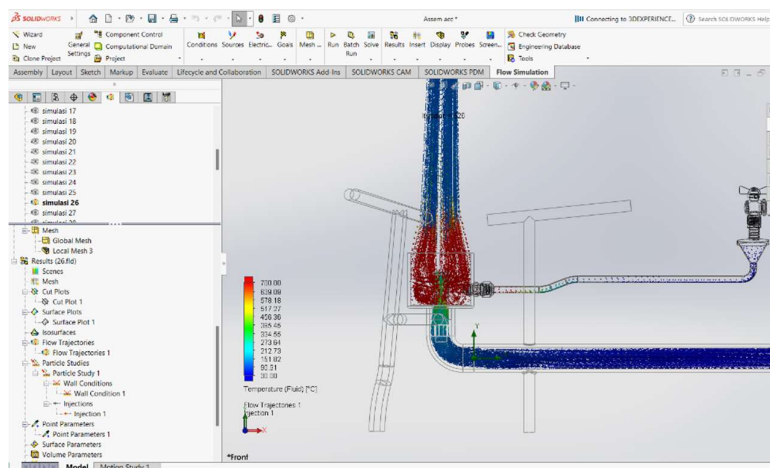
Parameter temperatur *fluid* digunakan untuk memperoleh informasi mengenai distribusi temperatur udara yang mengalir pada sistem penyuplai dan ruang pembakaran. Distribusi temperatur tersebut menunjukkan penyebaran panas yang terjadi akibat adanya

interaksi antara aliran udara dan sumber panas selama simulasi berlangsung.

Visualisasi temperatur *fluid* digunakan untuk menunjukkan perubahan temperatur pada media *fluid* mulai dari saluran penyuplai hingga menuju *burner* sehingga efektivitas proses perpindahan panas dan pencampuran udara dengan bahan bakar dapat dievaluasi.



Gambar 3. 8 Hasil Simulasi *Temperature Fluid* Oli bekas
Sumber: Data Pribadi, 2026



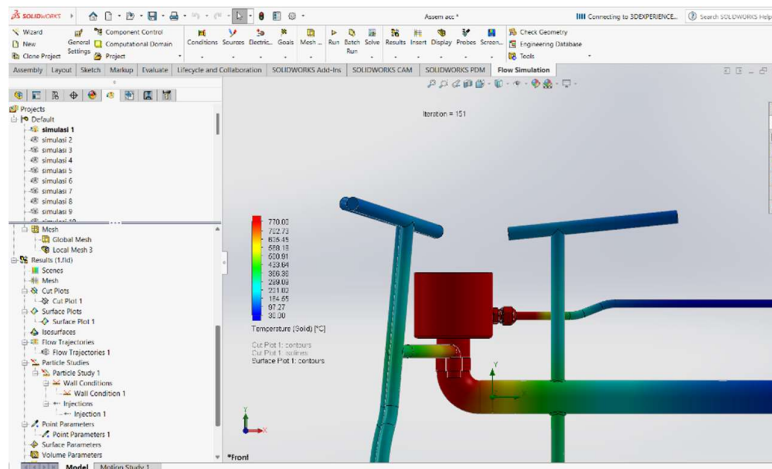
Gambar 3. 9 Hasil Simulasi *Temperature Fluid* Minyak jelantah
Sumber: Data Pribadi, 2026

3.7.5 Temperatur Solid

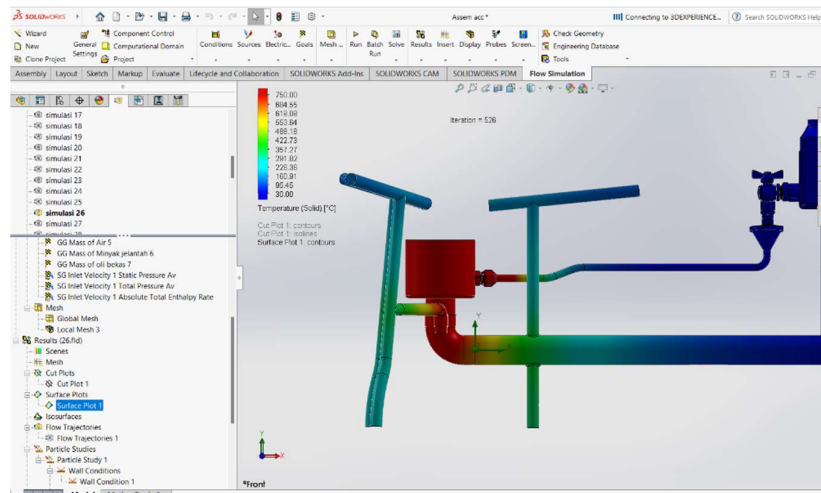
Parameter temperatur *solid* digunakan untuk memperoleh distribusi temperatur pada komponen padatan penyusun kompor portabel selama proses pembakaran berlangsung. Hasil distribusi temperatur dapat digunakan untuk mengetahui bagian komponen yang menerima temperatur paling tinggi serta pola penyebaran panas pada struktur kompor.

Hasil distribusi temperatur padatan selanjutnya digunakan sebagai dasar evaluasi terhadap kemampuan *material* dalam menerima beban termal dan efektivitas perpindahan

panas pada ruang pembakaran.



Gambar 3. 10 Hasil Simulasi *Temperature Solid Oli bekas*
Sumber: Data Pribadi, 2026



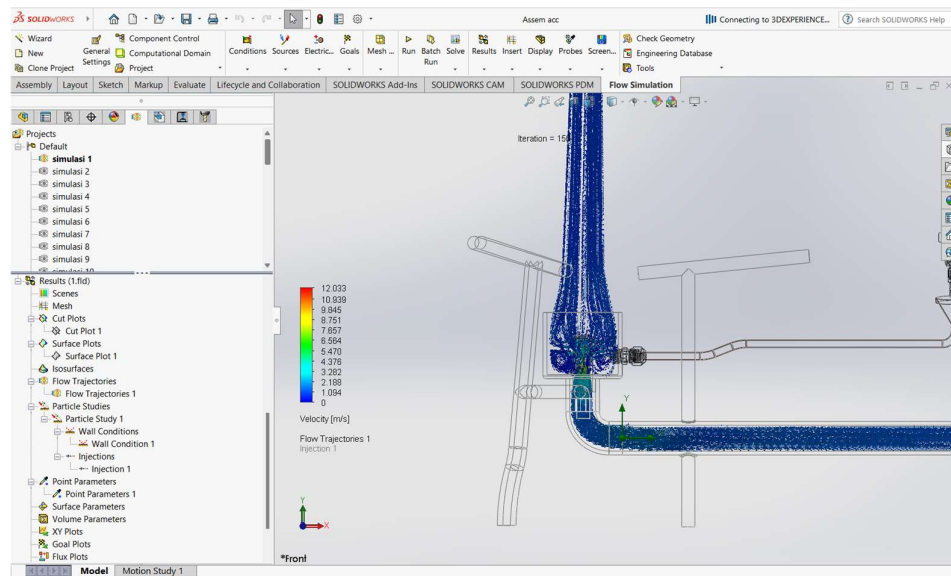
Gambar 3. 11 Hasil Simulasi *Temperature Solid Minyak jelantah*
Sumber: Data Pribadi, 2026

3.7.6 *Flow Trajectories Velocity* dan *Particle Study Injections*

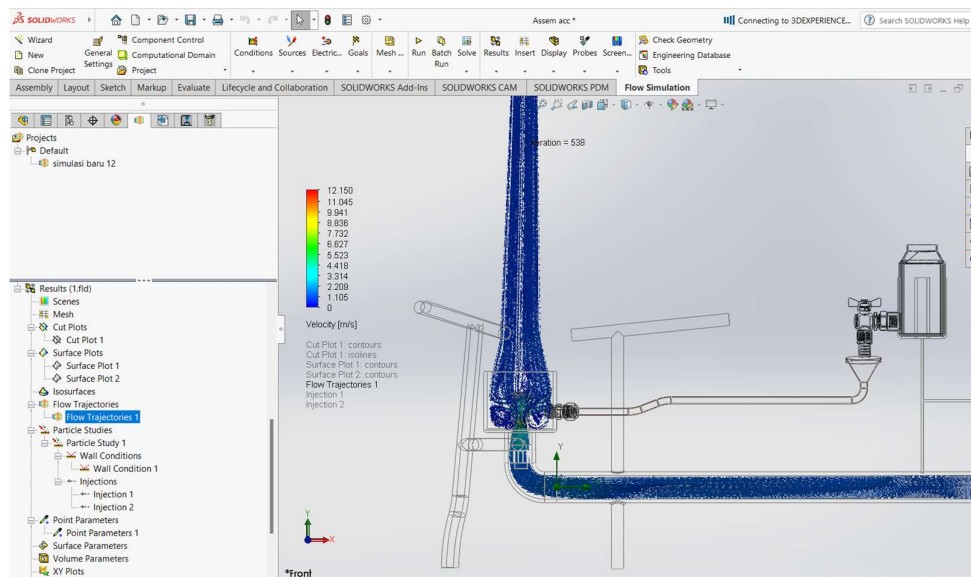
Parameter *flow trajectories velocity* dan *particle study injections* digunakan untuk mengetahui pola pergerakan dan kecepatan aliran udara serta pergerakan partikel bahan bakar di dalam sistem pembakaran. Visualisasi dilakukan menggunakan fitur *flow trajectories* untuk melihat lintasan aliran udara yang dihasilkan oleh *mini turbo jet fan* dan fitur *particle study injections* untuk melihat pergerakan tetesan bahan bakar dari saluran katup menuju *burner*.

Hasil visualisasi tersebut digunakan untuk mengetahui pola aliran udara dan penyebaran bahan bakar di dalam ruang pembakaran. Selain itu, hasil simulasi dapat digunakan untuk mengevaluasi pengaruh kecepatan udara terhadap proses pencampuran udara dengan bahan bakar.

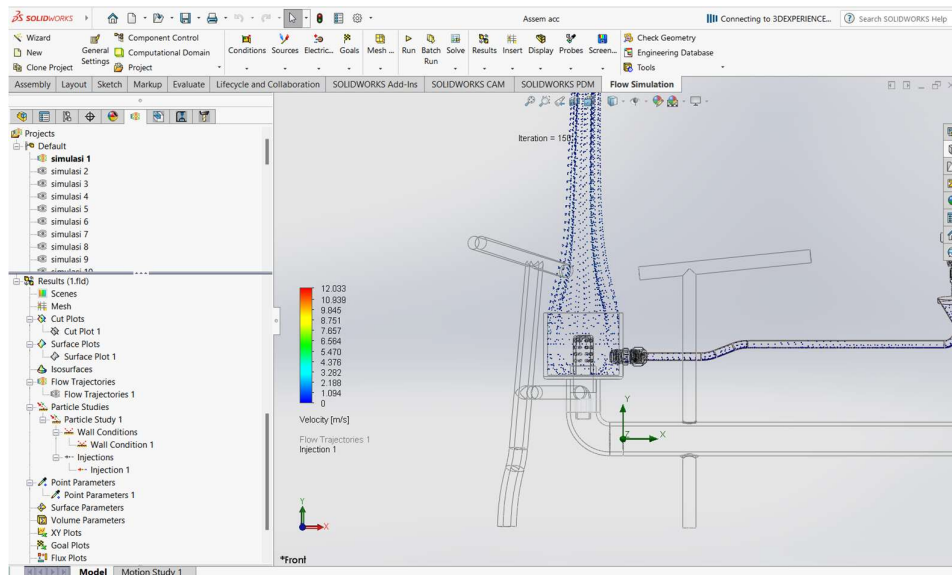
Analisis kombinasi lintasan kecepatan dan injeksi partikel dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dimensi *nozzle* mikro hasil *reverse engineering* dalam menghasilkan efek pancaran (*jet effect*) dan membentuk zona pusaran aliran (*vortex/recirculation zone*). Melalui analisis tersebut, pengaruh kecepatan udara yang dihasilkan oleh sistem penyuplai udara terhadap proses pencampuran antara oksigen dan uap bahan bakar cair berupa oli bekas dan minyak jelantah dapat diketahui. Selain itu, pola aliran yang terbentuk dapat digunakan untuk mengevaluasi kestabilan proses pembakaran dan potensi terjadinya semburan api balik (*flashback*) pada sistem pembakaran.



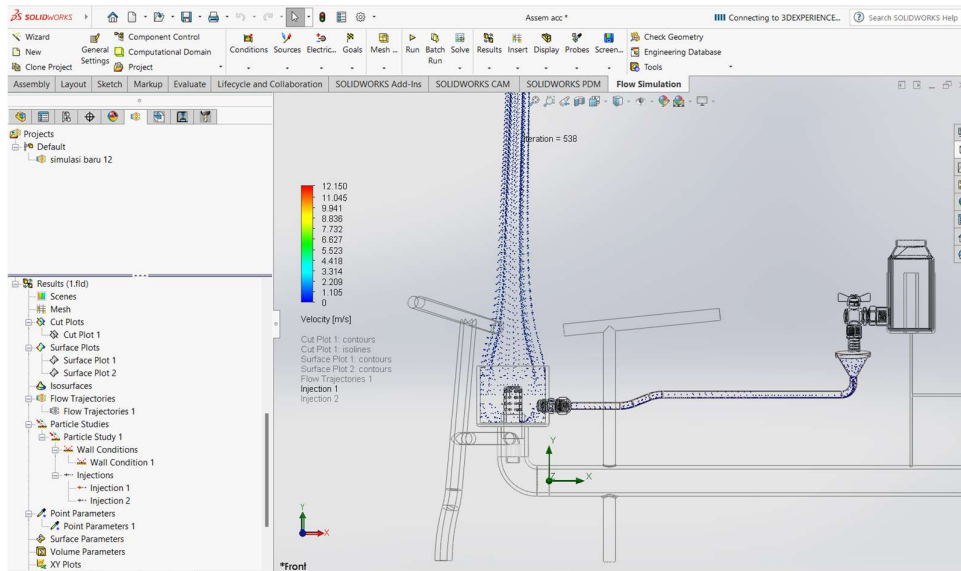
Gambar 3. 12 Hasil Simulasi *Flow Trajectories Velocity* Oli Bekas
Sumber: Data Pribadi, 2026



Gambar 3. 13 Hasil Simulasi *Flow Trajectories Velocity* Minyak Jelantah
Sumber: Data Pribadi, 2026



Gambar 3. 14 Hasil Simulasi *Particle Study Injections* Oli Bekas
Sumber: Data Pribadi, 2026



Gambar 3. 15 Hasil Simulasi *Particle Study Injections* Minyak Jelantah
Sumber: Data Pribadi, 2026

BAB 4

HASIL DAN ANALISIS

4.1 Metode dan Parameter Simulasi

Bab ini membahas hasil simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) pada desain kompor portabel berbahan bakar cair alternatif (Oli Bekas dan Minyak Jelantah). Simulasi dieksekusi menggunakan perangkat lunak *SolidWorks Flow Simulation* dengan modul *Particle Study* untuk menganalisis karakteristik injeksi bahan bakar cair yang teratomisasi, distribusi temperatur fluida gas api (T_{fluid}), temperatur padatan dinding tungku burner (T_{solid}), serta trajektori kecepatan aliran udara (V_{max}) dari *Mini Turbo Jet Fan*.

Tujuan utama simulasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik distribusi temperatur fluida gas api (T_{fluid}) dan temperatur padatan (T_{solid}) pada ruang pembakaran kompor portabel.
2. Mengetahui pengaruh variasi jumlah lubang *nozzle* (5, 10, 15, 20, dan 25 lubang) dengan menggunakan diameter *nozzle* sebesar 2 mm untuk jenis bahan bakar Oli Bekas dan Minyak Jelantah terhadap unjuk kerja termal kompor portabel.

4.1.1 Parameter Variabel Tetap dan Variabel Bebas Simulasi

Untuk memperoleh hasil analisis yang objektif dan konsisten, ditetapkan variabel tetap dan variabel bebas dalam simulasi sebagai berikut:

1. Variabel Bebas:
 - a. Jenis bahan bakar cair: Oli Bekas dan Minyak Jelantah.
 - b. Konfigurasi jumlah lubang *nozzle* udara pada tungku: 5, 10, 15, 20, dan 25 lubang.
2. Variabel Tetap:
 - a. Diameter lubang *nozzle*: 2 mm (konstan pada seluruh konfigurasi).
 - b. Kondisi lingkungan: Tekanan atmosfer standar 101.325 Pa (1 atm) dan temperatur lingkungan 30°C (303,15 K).
 - c. Arah dan percepatan gravitasi: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ke arah sumbu negatif Y.
 - d. Material struktur ruang bakar (*burner*): Baja Karbon (*Carbon Steel*) dengan batas leleh termal maksimum 1400°C.
 - e. Parameter injeksi partikel: Diameter tetesan (*droplet diameter*) rata-rata sebesar $100 \mu\text{m}$ (0,0001 m) dan temperatur penyalaan awal partikel sebesar 700°C (973,15 K).

f. Debit aliran udara sebesar $3,38 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

g. Kalor pembakaran awal yang ditetapkan sebesar 1021W.

Sifat fluida udara dan bahan bakar pada kondisi operasional simulasi (30°C/303,15 K) disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Parameter dan Sifat Fluida Bahan Bakar Pada Simulasi

No	Parameter Properti	Simbol	Satuan	Oli Bekas (<i>Used Engine Oil</i>)	Minyak Jelantah (UCO)
1	<i>Density</i>	ρ	kg/m ³	859,25	906,35
2	<i>Dynamic viscosity</i>	μ	Pa·s	0,07255	0,05244
3	<i>Specific heat</i>	Cp	J/(kg·K)	1.927,49	1.876,74
4	<i>Thermal conductivity</i>	k	W/(m·K)	0,134	0,127

Sumber: Data Pribadi, 2026

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, parameter sifat termofisika serta nilai kalor bahan bakar oli bekas dan minyak jelantah diperoleh secara empiris melalui hasil uji laboratorium. Penggunaan data uji laboratorium ini difungsikan sebagai nilai batas (*boundary condition*) aktual pada pengaturan fluida khusus (*user-defined material*), sehingga pemodelan reaksi pembakaran dan karakteristik unjuk kerja termal yang disimulasikan memiliki tingkat akurasi tinggi serta merepresentasikan kondisi fisik sebenarnya.

Adapun nilai sifat termofisika udara diperoleh langsung dari basis data standar (*engineering database*) perangkat lunak *SolidWorks Flow Simulation*.

Tabel 4. 2 Parameter dan Sifat Fluida Bahan Bakar Pada Simulasi

No	Parameter Properti	Simbol	Satuan	Udara (Air)
1	<i>Density</i>	ρ	kg/m ³	1,204
2	<i>Dynamic viscosity</i>	μ	Pa·s	1,82 x 10 ⁻⁵
3	<i>Specific heat</i>	Cp	J/(kg·K)	1.005
4	<i>Thermal conductivity</i>	k	W/(m·K)	0,026

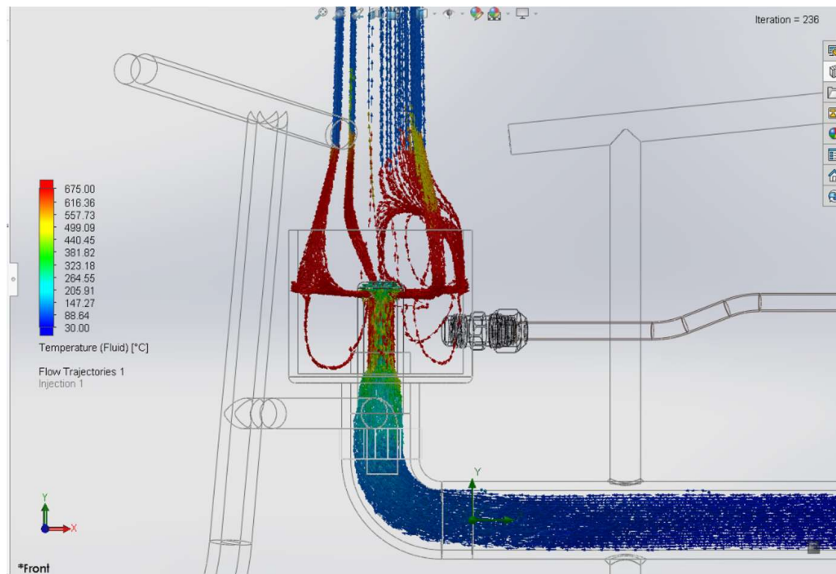
Sumber: SolidWorks, 2025

4.2 Hasil Simulasi Variasi Pada Lubang *Nozzle* Bahan Bakar Oli Bekas

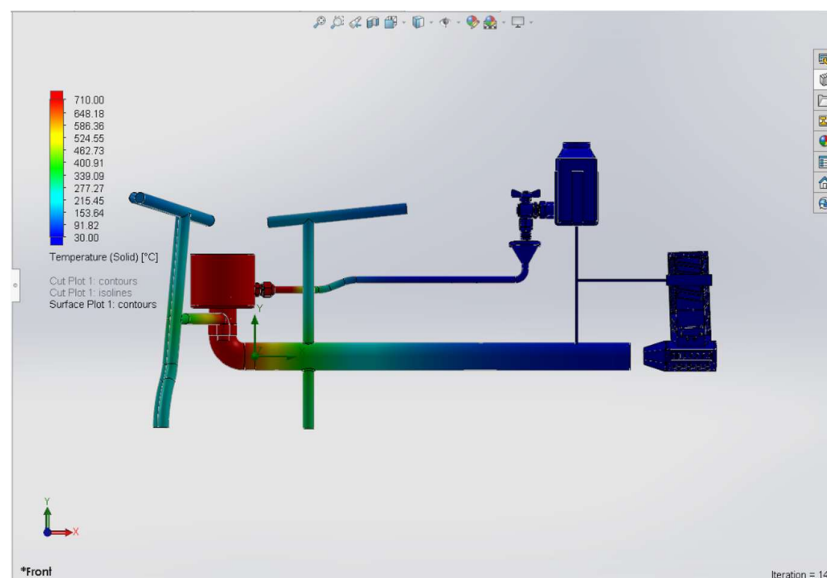
Adapun hasil simulasi pada bahan bakar kompor portabel dilakukan mulai dari pengujian simulasi kelompok pertama dilakukan pada bahan bakar oli bekas dengan memvariasikan jumlah lubang *nozzle* tungku (5, 10, 15, 20, dan 25) lubang berdiameter 2 mm.

4.2.1 Hasil Simulasi Oli Bekas 5 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 5 lubang berdiameter 2 mm menggunakan bahan bakar oli bekas.



Gambar 4. 1 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 5 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

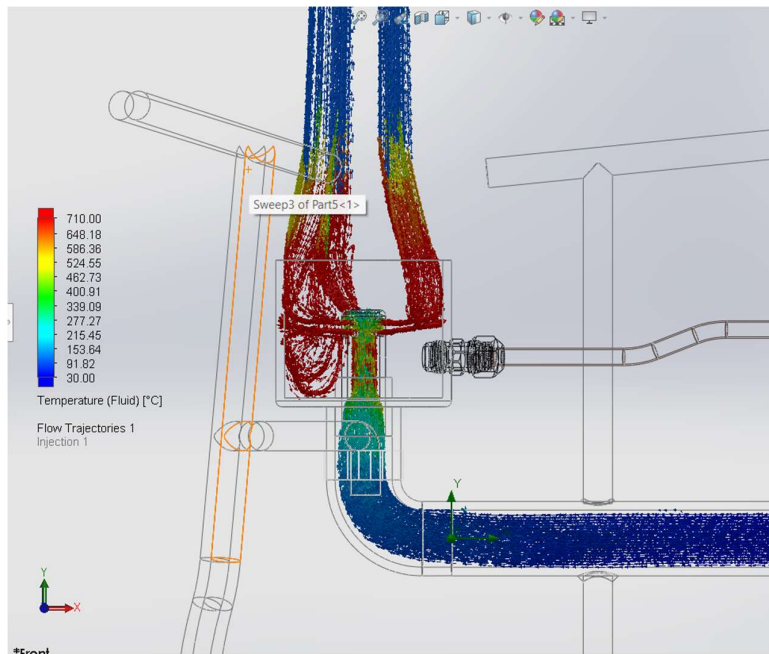


Gambar 4. 2 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 5 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

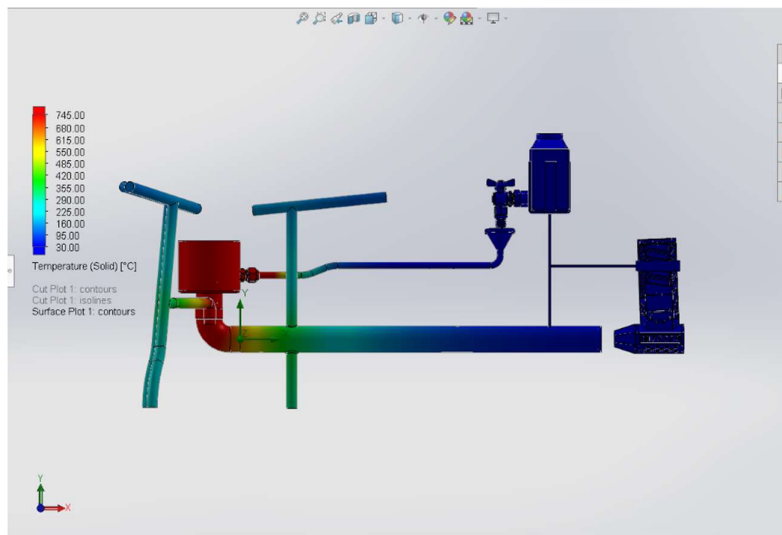
Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.1 dan 4.2, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar 675,00 °C dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar 710,00 °C.

4.2.2 Hasil Simulasi Oli Bekas 10 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 10 lubang berdiameter 2 mm.



Gambar 4. 3 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 10 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

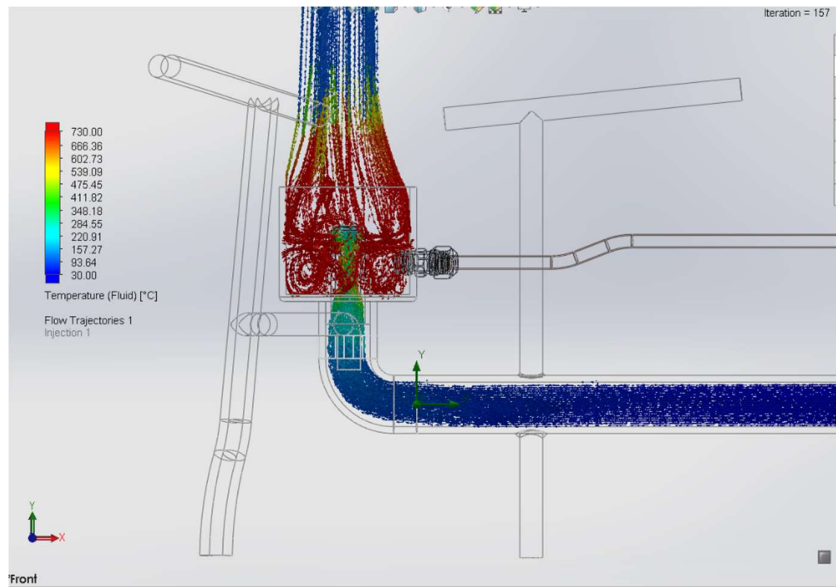


Gambar 4. 4 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 10 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

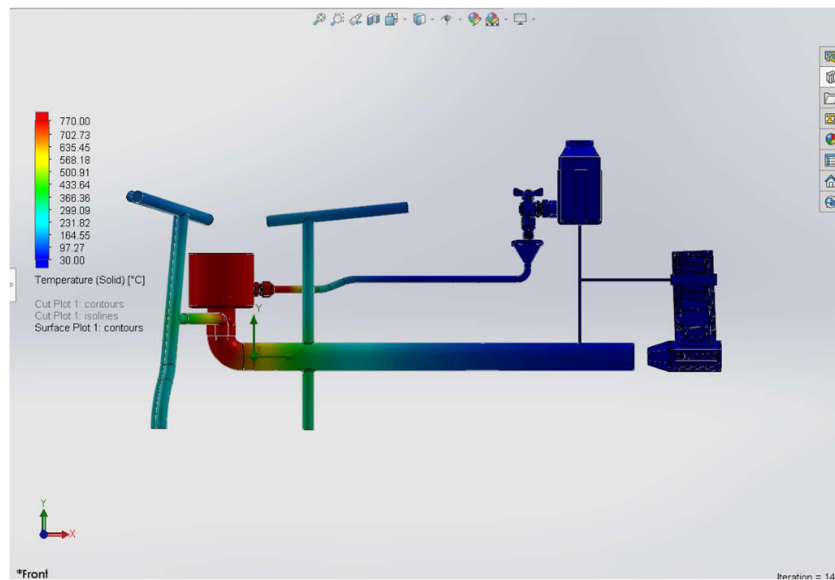
Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.3 dan 4.4, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar 710,00 °C dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar 745,00 °C.

4.2.3 Hasil Simulasi Oli Bekas 15 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 15 lubang berdiameter 2 mm.



Gambar 4. 5 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 15 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

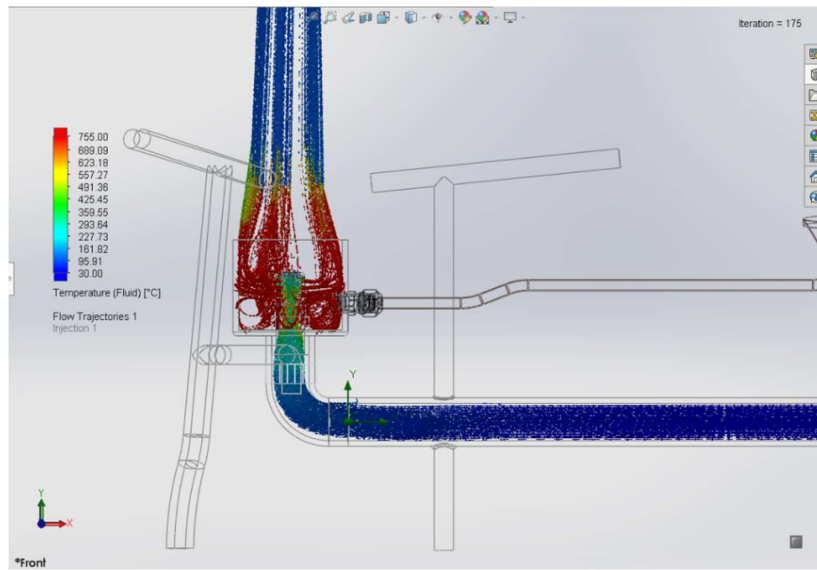


Gambar 4. 6 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 15 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

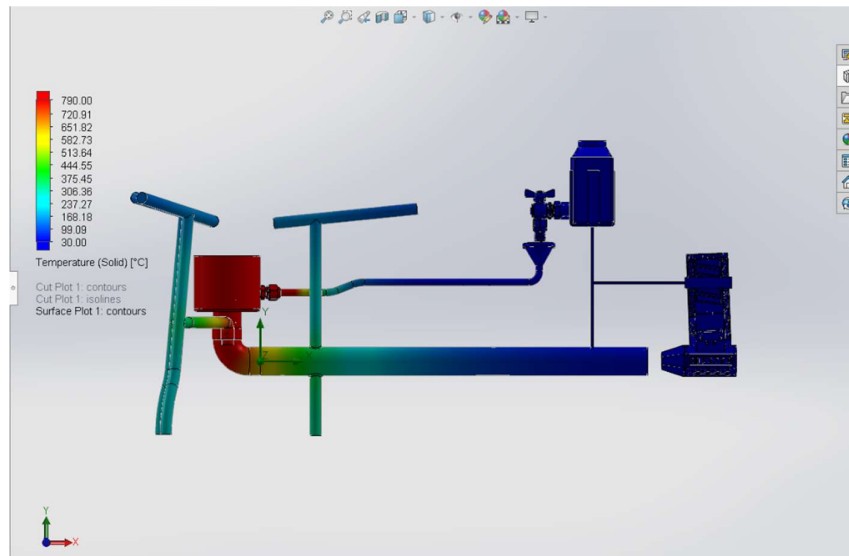
Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.1, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar 730,00 °C dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar 770,00 °C.

4.2.4 Hasil Simulasi Oli Bekas 20 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 20 lubang berdiameter 2 mm.



Gambar 4. 7 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 20 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

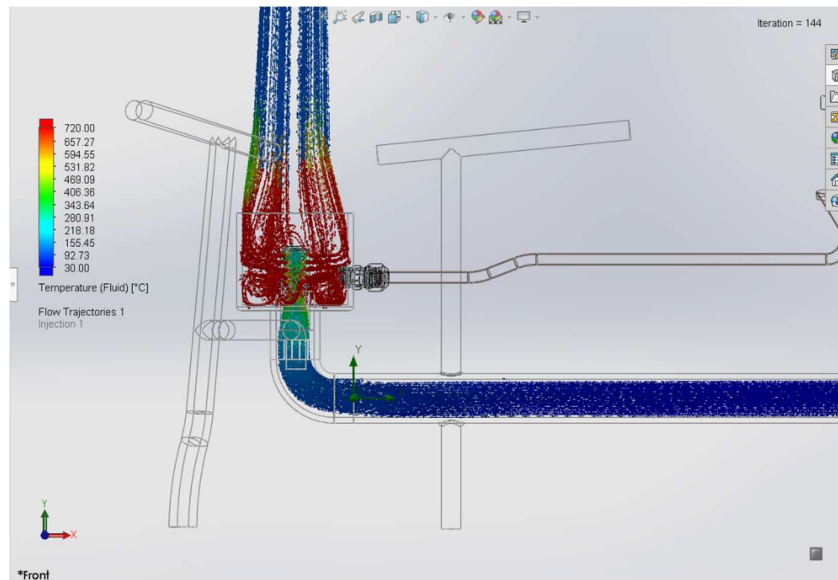


Gambar 4. 8 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 20 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

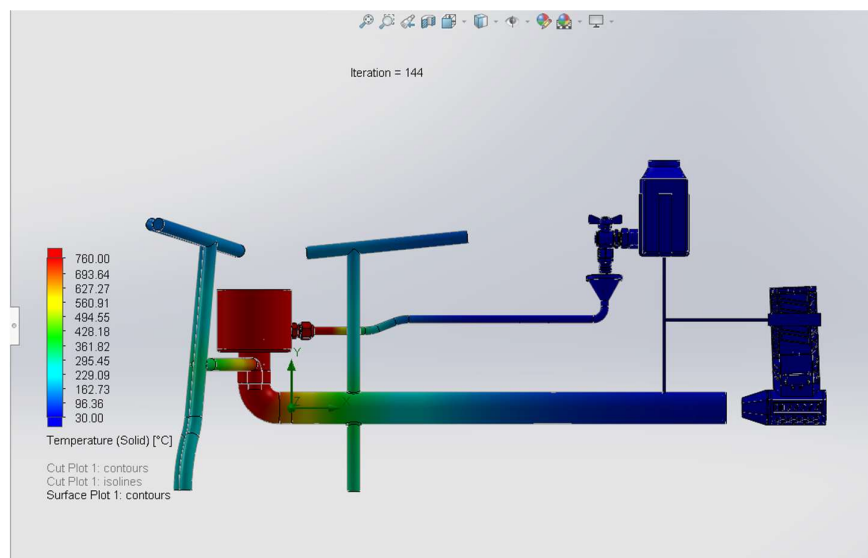
Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.1, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar 755,00 °C dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar 790,00 °C.

4.2.5 Hasil Simulasi Oli Bekas 25 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 25 lubang berdiameter 2 mm.



Gambar 4. 9 Hasil Simulasi Suhu Fluid Oli Bekas 25 Lubang *Nozzle*
 Sumber: Data Pribadi, 2026



Gambar 4. 10 Hasil Simulasi Suhu Solid Oli Bekas 25 Lubang *Nozzle*
 Sumber: Data Pribadi, 2026

Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.1, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar 720,00 °C dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar 760,00 °C.

4.3 Tabel Perbandingan Hasil Simulasi Bahan Bakar Dan Kalor Pembakaran Oli Bekas

Berikut adalah rekapitulasi data hasil simulasi untuk kelompok bahan bakar oli bekas disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Simulasi Variasi Lubang *Nozzle* Bahan Bakar Oli Bekas

No	Variasi Lubang <i>Nozzle</i> (Diameter 2 mm)	Suhu Fluid (T fluid)	Suhu Solid (T solid)	Kalor Pembakaran Q (J)	Kalor Pembakaran (KJ)
1	5 Lubang	675,00°C	710,00°C	8,909.36	8.91
2	10 Lubang	710,00°C	745,00°C	9,561.72	9.56
3	15 Lubang	730,00°C	770,00°C	9,934,50	9.93
4	20 Lubang	755,00°C	790,00°C	10,400.47	10.40
5	25 Lubang	720,00°C	760,00°C	9,748.11	9.75

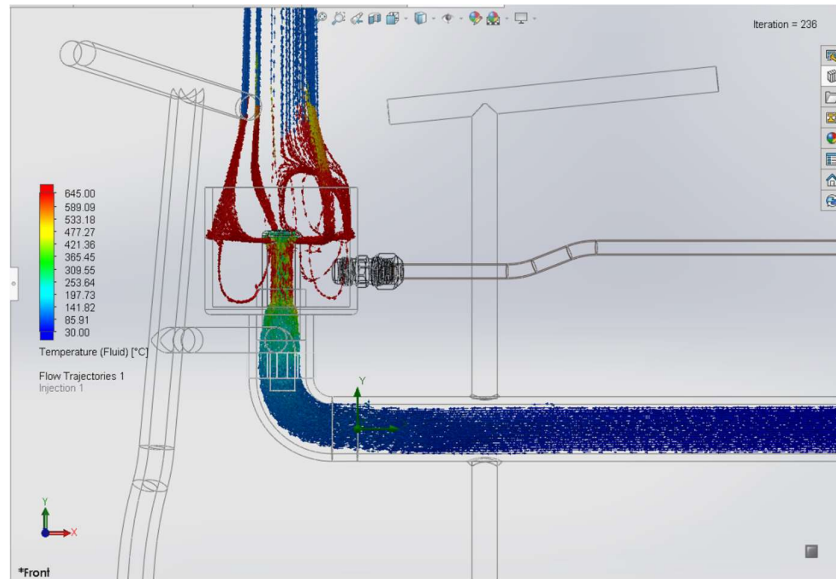
Sumber: Data Pribadi, 2026

4.4 Hasil Simulasi Variasi Bahan Bakar Minyak Jelantah

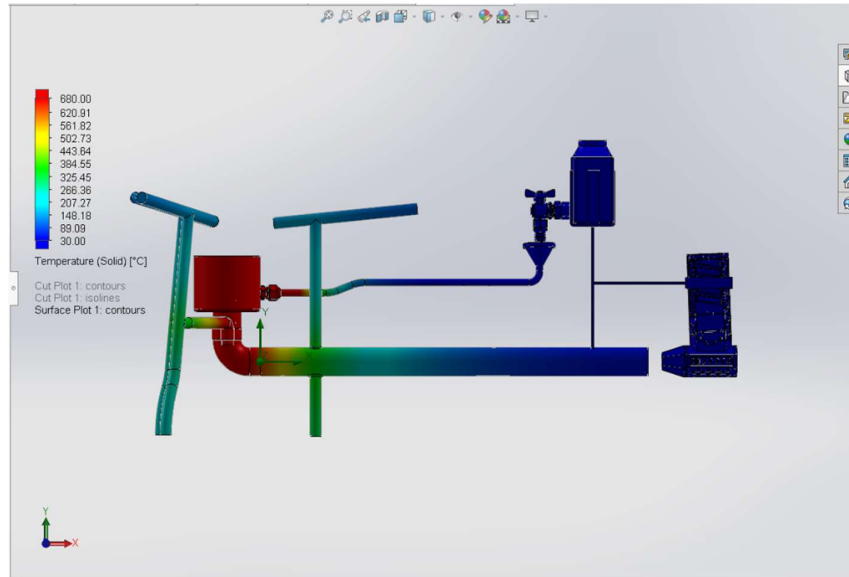
Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 5 lubang berdiameter 2 mm menggunakan bahan bakar minyak jelantah.

4.4.1 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 5 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 5 lubang berdiameter 2 mm.



Gambar 4. 11 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 5 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

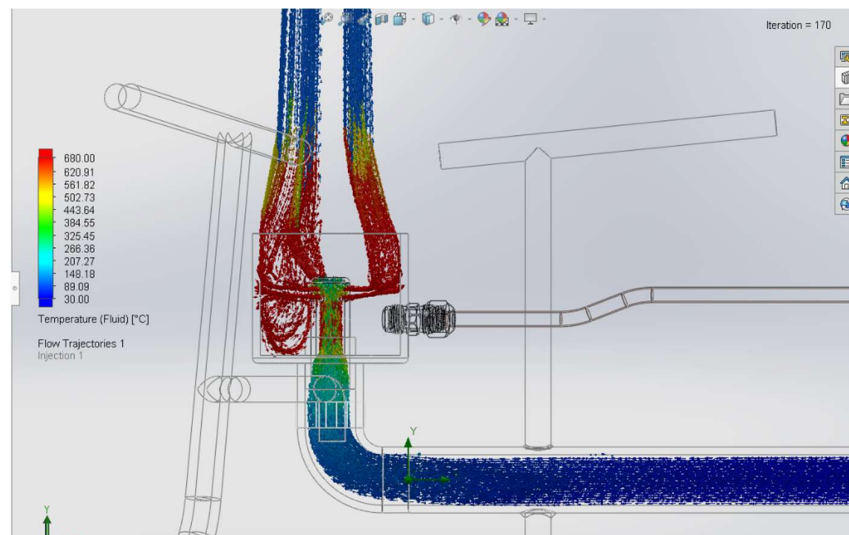


Gambar 4. 12 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 5 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

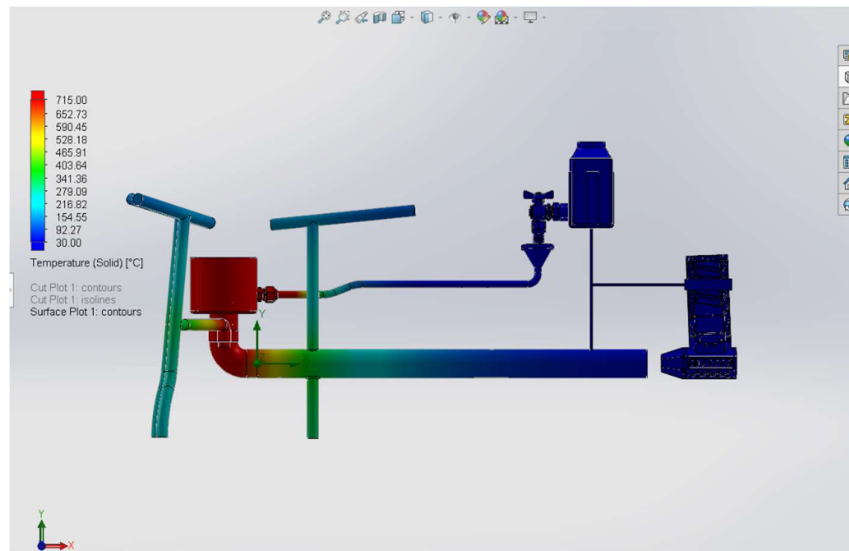
Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.1, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar 645,00 °C dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar 680,00 °C.

4.4.2 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 10 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 10 lubang berdiameter 2 mm.



Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 10 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

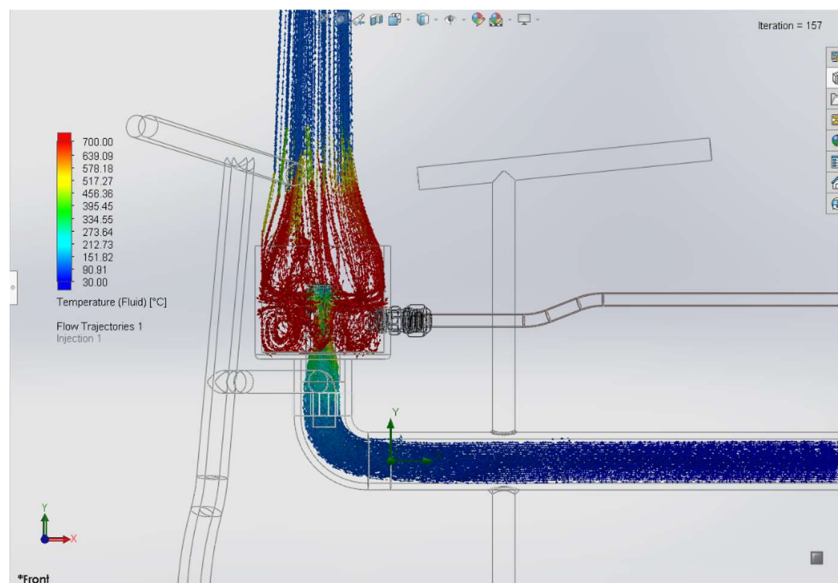


Gambar 4. 14 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 10 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

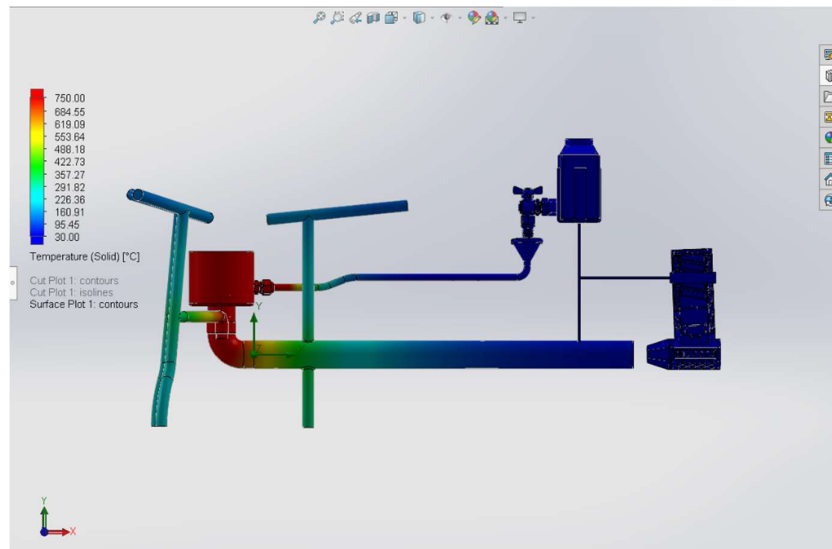
Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.1, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar 685,00 °C dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar 715,00 °C.

4.4.3 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 15 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 15 lubang berdiameter 2 mm.



Gambar 4. 15 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 15 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

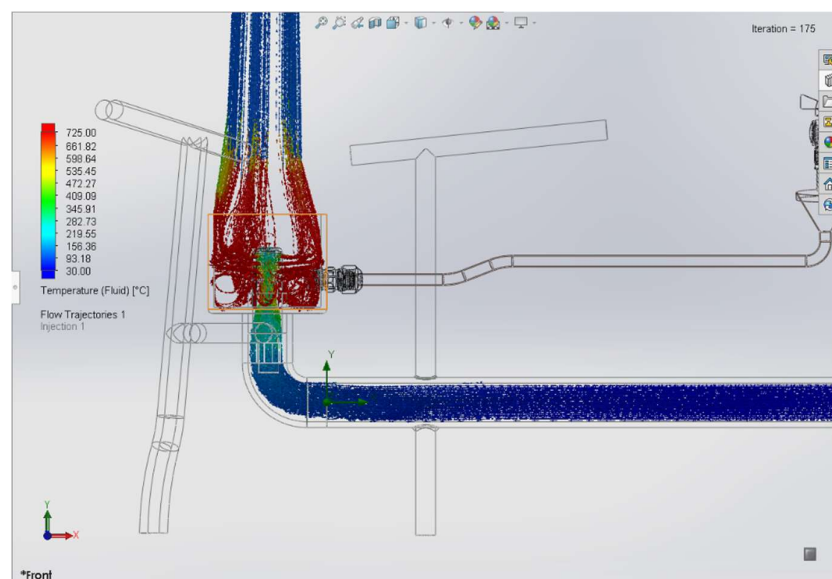


Gambar 4. 16 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 15 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

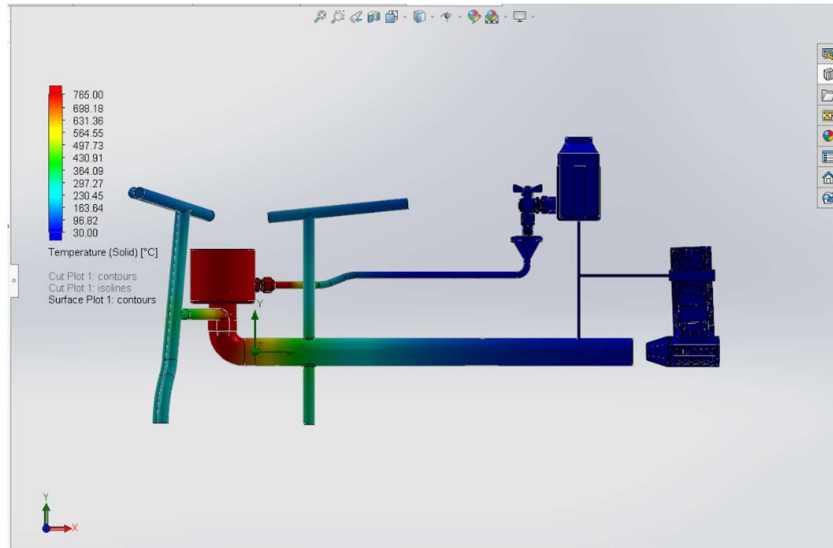
Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.1, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar 700,00 °C dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar 750,00 °C.

4.4.4 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 20 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 20 lubang berdiameter 2 mm.



Gambar 4. 17 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 20 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

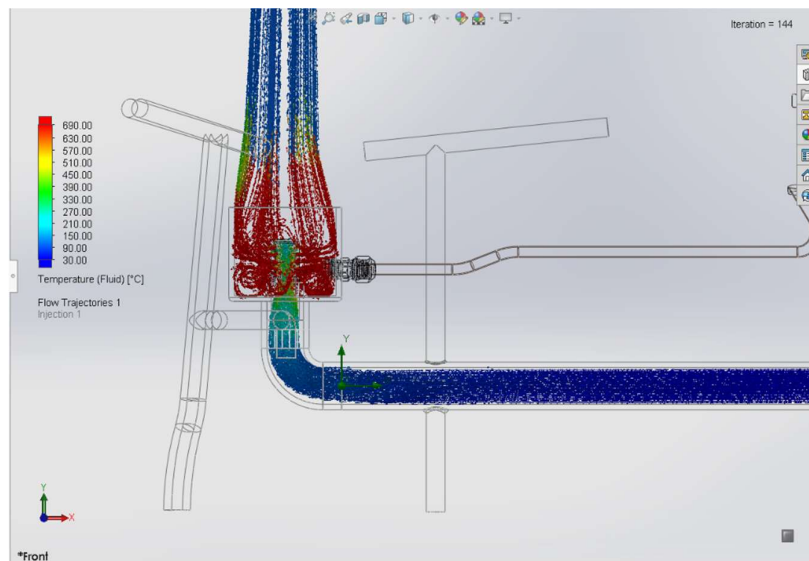


Gambar 4. 18 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 20 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

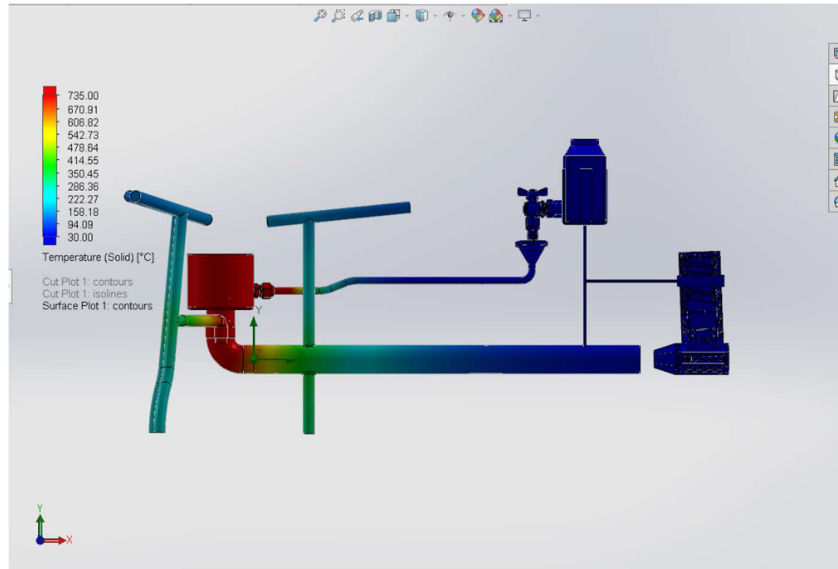
Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.1, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar 725,00 °C dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar 765,00 °C.

4.4.5 Hasil Simulasi Minyak Jelantah 25 Lubang *Nozzle*

Simulasi dilakukan menggunakan *nozzle* tungku dengan konfigurasi 25 lubang berdiameter 2 mm.



Gambar 4. 19 Hasil Simulasi Suhu Fluid Minyak Jelantah 25 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026



Gambar 4. 20 Hasil Simulasi Suhu Solid Minyak Jelantah 25 Lubang *Nozzle*
Sumber: Data Pribadi, 2026

Berdasarkan hasil pembacaan skala warna kontur pada Gambar 4.1, diperoleh temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) sebesar $690,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) sebesar $735,00\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.5 Tabel Perbandingan Hasil Simulasi Bahan Bakar Dan Kalor Pembakaran Minyak Jelantah

Berikut adalah rekapitulasi data hasil simulasi untuk kelompok bahan bakar minyak jelantah disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Simulasi Variasi Lubang *Nozzle* Bahan Bakar Minyak Jelantah

No	Variasi Lubang <i>Nozzle</i> (Diameter 2 mm)	Suhu Fluid (T_{fluid})	Suhu Solid (T_{solid})	Kalor Pembakaran Q (J)	Kalor Pembakaran (KJ)
1	5 Lubang	$645,00^{\circ}\text{C}$	$680,00^{\circ}\text{C}$	5,795.80	5.80
2	10 Lubang	$680,00^{\circ}\text{C}$	$715,00^{\circ}\text{C}$	6,448.07	6.45
3	15 Lubang	$700,00^{\circ}\text{C}$	$750,00^{\circ}\text{C}$	6,820.79	6.82
4	20 Lubang	$725,00^{\circ}\text{C}$	$765,00^{\circ}\text{C}$	7,286.69	7.29
5	25 Lubang	$690,00^{\circ}\text{C}$	$735,00^{\circ}\text{C}$	6,634.43	6.63

Sumber: Data Pribadi, 2026

4.6 Tabel Perbandingan Seluruh Hasil Simulasi Kompor Portabel

Untuk membandingkan cara kerja kedua jenis bahan bakar secara menyeluruh beserta hasil kalor pembakaran , rekapitulasi 10 variasi simulasi disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Perbandingan Seluruh Hasil Simulasi Variasi Bahan Bakar Kompor Portabel

No	Variasi Lubang <i>Nozzle</i> (Diameter 2 mm)	Oli Bekas				Minyak Jelantah			
		Suhu Fluid (T fluid)	Suhu Solid (T solid)	Kalor Pembakaran (Q)	Kalor Pembakaran (KJ)	Suhu Fluid (T fluid)	Suhu Solid (T solid)	Kalor Pembakaran (Q)	Kalor Pembakaran (KJ)
1	5 Lubang	675,00°C	710,00°C	8,909.36	8.91	645,00°C	680,00°C	5,795.80	5.80
2	10 Lubang	710,00°C	745,00°C	9,561.72	9.56	680,00°C	715,00°C	6,448.07	6.45
3	15 Lubang	730,00°C	770,00°C	9,934.50	9.93	700,00°C	750,00°C	6,820.79	6.82
4	20 Lubang	755,00°C	790,00°C	10,400.47	10.40	725,00°C	765,00°C	7,286.69	7.29
5	25 Lubang	720,00°C	760,00°C	9,748.11	9.75	690,00°C	735,00°C	6,634.43	6.63

Sumber: Data Pribadi, 2026

4.7 Analisis dan Pembahasan Hasil Simulasi

4.7.1 Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Lubang *Nozzle* dan Penentuan Hasil Terbaik (20 Lubang)

Berdasarkan data rekapitulasi pada Tabel 4.6, konfigurasi jumlah lubang *nozzle* berdiameter 2 mm terbukti menjadi faktor kunci yang menentukan efektivitas proses pencampuran udara pembakar (*aeration*) dan capaian temperatur api:

1. Peningkatan Suhu (5 hingga 20 Lubang)

Pada konfigurasi awal (5 dan 10 lubang), luas total penampang keluaran udara nosel sangat terbatas sehingga kecepatan pancaran udara lokal menjadi tinggi namun hanya terkonsentrasi pada area sempit. Hal ini menyebabkan pencampuran molekul oksigen dengan uap hidrokarbon tidak merata, menghasilkan reaksi pembakaran yang lambat dan suhu gas api masih berada di bawah 710,00 °C untuk oli bekas dan di bawah 685,00 °C untuk minyak jelantah. Penambahan menjadi 15 lubang memperluas penetrasi semburan udara dan mulai membentuk nyala api vertikal yang stabil.

2. Kondisi Optimum Pembakaran (20 Lubang)

Konfigurasi 20 lubang berdiameter 2 mm merupakan hasil perancangan geometri nosel terbaik (*optimum*). Luas bukaan pada 20 lubang menghasilkan keseimbangan sempurna antara kecepatan pancaran (*jet velocity*) dan penyebaran massa udara. Fenomena ini membentuk pola pusaran aliran (*vortex / recirculation zone*) di dalam silinder tungku yang menahan partikel bahan bakar lebih lama di zona panas (*residence time* meningkat) sekaligus menyuplai oksigen secara homogen ke seluruh titik pembakaran. Kondisi ini menghasilkan nilai temperatur puncak absolut tertinggi, yaitu T_{fluid} sebesar 755,00 °C dan T_{solid} sebesar 790,00 °C pada Oli Bekas, serta T_{fluid} sebesar 725,00 °C dan T_{solid} sebesar 765,00 °C pada Minyak Jelantah.

3. Penurunan Temperatur Akibat Fenomena *Air Quenching* (25 Lubang)

Pada konfigurasi 25 lubang, luas total penampang bukaan udara meningkat secara drastis. Hal ini menurunkan tekanan efektif dan momentum semburan udara pada masing-masing lubang nosel. Bukaan yang terlalu longgar memicu terjadinya fenomena *air quenching* (pendinginan termal akibat kelebihan udara dingin). Pasokan udara berlebih yang masuk pada suhu ruang

(30°C) menyerap dan membuang energi panas laten dari zona inti api sebelum reaksi oksidasi rantai hidrokarbon selesai secara sempurna. Akibatnya, temperatur gas api mengalami penurunan sebesar 35,00 °C pada oli bekas (turun menjadi 720,00 °C) dan penurunan sebesar 35,00 °C pada minyak jelantah (turun menjadi 690,00 °C).

4. Hasil kalor pembakaran

Hasil dari kalor pembakaran dari variasi lubang nozzle mendapatkan bahwa konfigurasi 20 lubang merupakan variasi yang paling bagus untuk kedua jenis bahan bakar, dengan pelepasan panas tertinggi sebesar 10.400,47 Joule (10,40 kJ) pada oli bekas dan 7.286,69 Joule (7,29 kJ) pada minyak jelantah. Dari perbandingan tersebut, oli bekas terbukti menghasilkan energi panas yang lebih besar (sekitar 42% lebih tinggi dibanding minyak jelantah) karena oli bekas memiliki titik nyala yang jauh lebih rendah, yaitu 197°C berbanding 334°C. Titik nyala yang rendah ini membuat oli bekas lebih cepat terbakar dan memiliki rentang kenaikan suhu pembakaran yang lebih luas, sehingga energi panas yang dilepaskan ke fluida menjadi jauh lebih maksimal.

4.7.2 Analisis Karakteristik Termofisika Bahan Bakar, Nilai Q , $\dot{m}$, dan AFR

Dari perbandingan termal pada Tabel 4.6, bahan bakar oli bekas secara konsisten menghasilkan unjuk kerja temperatur yang lebih tinggi sekitar 30,00 °C – 35,00 °C dibandingkan minyak jelantah pada seluruh konfigurasi *nozzle*:

1. Pengaruh Nilai Kalor Bawah (LHV) dan Laju Pelepasan Kalor (Q)

Nilai kalor bawah (LHV) oli bekas mencapai 38 MJ/kg (38.000 kJ/kg), lebih tinggi dibandingkan minyak jelantah sebesar 37 MJ/kg (37.000 kJ/kg). Melalui pengaturan laju aliran massa bahan bakar yang dikunci konstan ($\dot{m} = 2,69 \times 10^{-5}$ kg/s untuk oli dan $\dot{m} = 2,76 \times 10^{-5}$ kg/s untuk jelantah), laju pelepasan kalor pembakaran (Q) yang dibangkitkan bernilai seimbang, yaitu 1.022 Watt pada oli bekas dan 1.021 Watt pada minyak jelantah (ditetapkan konstan 1021W pada kondisi batas simulasi). Namun, kerapatan energi kimia per satuan volume oli bekas yang lebih padat menghasilkan konsentrasi pelepasan panas volumetrik yang lebih kuat pada zona inti api, sehingga temperatur gas api (T_{fluid}) dan dinding tungku (T_{solid}) oli bekas selalu melampaui jelantah.

2. Pengaruh Viskositas Dinamik (μ) terhadap Atomisasi

Pada temperatur simulasi 30°C, viskositas dinamik minyak jelantah bernilai 0,05244 Pa · s, yang mana lebih encer dibandingkan oli bekas sebesar 0,07255 Pa · s. Viskositas jelantah yang lebih rendah memudahkan pemecahan tetesan partikel (*droplet atomization*) pada diameter 100 μm sehingga penguapan minyak nabati berlangsung cepat. Di sisi lain, oli bekas yang lebih kental membutuhkan energi kinetik hembusan udara yang lebih kuat dari *jet fan*

agar partikel terdispersi tuntas dan tidak membentuk lapisan kerak hidrokarbon di dasar tungku.

3. Kesesuaian Rasio Udara-Bahan Bakar (*Air-Fuel Ratio/AFR*)

Kedua bahan bakar dirancang beroperasi pada kondisi rasio stoikiometri ideal $AFR = 14,7: 1$. Kebutuhan debit udara teoritis yang disesuaikan dengan faktor koreksi temperatur ($k = 1,5$) menghasilkan debit desain sebesar $1,79 \text{ m}^3/\text{jam}$ untuk oli bekas dan $1,83 \text{ m}^3/\text{jam}$ untuk minyak jelantah. Unit *Mini Turbo Jet Fan* yang dipasang memiliki kapasitas hembusan hingga $3,0 \text{ m}^3/\text{jam}$. Kapasitas kipas yang berada di atas kebutuhan desain ($Q_{\text{fan}} > Q_{\text{desain}}$) memastikan kompor selalu bekerja pada kondisi udara berlebih (*excess air*) yang aman, menjamin ketersediaan molekul oksigen yang melimpah untuk membakar habis seluruh uap bahan bakar cair.

4.7.3 Evaluasi Ketahanan dan Keamanan Material Tungku

Temperatur padatan dinding tungku *burner* (T_{solid}) tertinggi tercatat pada pengujian oli bekas 20 lubang, yaitu sebesar $790,00 \text{ }^\circ\text{C}$. Ruang bakar kompor difabrikasi menggunakan pipa baja karbon (*carbon steel*) konstruksi yang memiliki titik leleh struktural di atas $1400 \text{ }^\circ\text{C}$.

Dengan selisih batas termal yang cukup besar ($790,00 \text{ }^\circ\text{C} < 1400 \text{ }^\circ\text{C}$), dinding tungku pembakar dipastikan bekerja dalam daerah deformasi elastis. Struktur tungku aman dari risiko deformasi permanen (plastis), pelunakan material akibat panas (*thermal softening*), ataupun keretakan struktural selama kompor dioperasikan secara terus-menerus.

4.7.4 Evaluasi Ketahanan dan Keamanan Material Tungku

1. Penyelesaian Masalah Perancangan Kompor yang Ekonomis dan Mudah Digunakan:
 - a. Peniadaan Sistem Kompresor yang Mahal: Pada penelitian terdahulu (Pratama dkk., 2020), sistem pembakaran oli bekas membutuhkan kompresor udara eksternal bertekanan tinggi yang berukuran besar, berbiaya mahal, dan bising. Hasil simulasi pada penelitian ini membuktikan bahwa integrasi aliran bahan bakar berbasis gravitasi dengan penyuplai udara *Mini Turbo Jet Fan* (debit $3 \text{ m}^3/\text{jam}$) mampu menghasilkan efek pusaran (*vortex*) yang stabil pada tungku. Hal ini membuktikan kompor dapat dibuat dengan biaya perakitan yang ekonomis, beroperasi dengan daya listrik rendah, dan mudah dipindah-pindahkan (portabel) untuk penggunaan rumah tangga.
 - b. Validasi Keamanan Material Tanpa Biaya Tambahan: Simulasi perpindahan panas padatan (*solid thermal*) mencatat temperatur tertinggi pada dinding tungku (T_{solid}) sebesar $790,00^\circ\text{C}$ (pada variasi 20 lubang). Nilai ini masih berada jauh di bawah batas leleh pipa baja karbon konstruksi ($> 1400^\circ\text{C}$). Hal ini membuktikan bahwa perancangan

tidak membutuhkan logam paduan khusus yang mahal; material pipa baja komersial yang terjangkau di pasaran sudah sepenuhnya aman dari risiko pelunakan termal (*thermal softening*) maupun deformasi plastis.

2. Penyelesaian Masalah Pemanfaatan Limbah sebagai Bahan Bakar Ramah Lingkungan:

- a. Pencapaian Temperatur Pembakaran Tinggi: Pada penelitian Adiwidodo dkk. (2025), kompor portabel berbahan bakar oli bekas membutuhkan debit udara yang sangat besar, yaitu $0,006 \text{ m}^3/\text{s}$ (setara dengan $21,6 \text{ m}^3/\text{jam}$), serta memerlukan pengaturan debit yang sangat presisi untuk mencapai temperatur tertinggi 793°C . Melalui pemodelan simulasi pada penelitian ini, kendala tersebut berhasil diatasi. Dengan menerapkan konfigurasi geometri nosel 20 lubang berdiameter 2 mm, kompor ini terbukti mampu mengoksidasi bahan bakar limbah murni hingga mencapai temperatur gas api (T_{fluid}) puncak sebesar $755,00^\circ\text{C}$ pada oli bekas dan $725,00^\circ\text{C}$ pada minyak jelantah hanya dengan debit udara desain sebesar $1,79 - 1,83 \text{ m}^3/\text{jam}$. Pencapaian temperatur di atas 700°C dengan kebutuhan udara yang jauh lebih efisien ini memastikan rantai hidrokarbon berat dan senyawa trigliserida terurai secara tuntas, menghasilkan pembakaran bersih yang ramah lingkungan tanpa menuntut sistem suplai udara berdimensi besar maupun pengaturan debit yang rumit.
- b. Efektivitas Pasokan Udara Stoikiometri (AFR): Simulasi membuktikan bahwa suplai udara dengan rasio $\text{AFR} = 14,7:1$ (debit udara desain $1,79 - 1,83 \text{ m}^3/\text{jam}$) mampu menyelimuti seluruh zona inti api dengan oksigen berlebih (*excess air*). Pasokan oksigen yang merata pada nyala api bersuhu tinggi ini secara efektif menekan pembentukan gas karbon monoksida (CO) dan partikel jelaga, sehingga proses konversi energi limbah tetap memenuhi kaidah ramah lingkungan.
- c. Pencegahan Kegagalan Termal (*Air Quenching*): Simulasi berhasil memetakan batas kritis suplai udara, yaitu penurunan temperatur drastis sebesar $35,00^\circ\text{C}$ pada konfigurasi 25 lubang akibat pendinginan oleh udara berlebih (*air quenching*). Temuan ini menjadi dasar bahwa kompor tidak boleh dirancang melebihi 20 lubang nosel agar efisiensi termal tidak anjlok dan bahan bakar tidak terbuang sia-sia.

Melalui pembuktian numerik di atas, metode simulasi CFD berhasil menyelesaikan keraguan teknis perancangan sebelum masuk ke tahapan pabrikasi fisik, sekaligus membuktikan bahwa limbah oli bekas dan minyak jelantah layak secara teknis, ekonomis, dan ramah lingkungan untuk dijadikan bahan bakar alternatif pengganti LPG.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, perhitungan matematis, dan simulasi numerik menggunakan SolidWorks *Flow Simulation* pada kompor portabel berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah, diperoleh kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Perancangan kompor portabel berhasil direalisasikan secara mandiri dengan mengintegrasikan tungku pembakar (*burner*), sistem saluran bahan bakar berbasis gravitasi dengan katup manual, serta penyuplai udara kompak *Mini Turbo Jet Fan* berdaya DC rendah. Kompor ini terbukti praktis dan ekonomis karena memiliki dimensi ringkas (panjang total 393 mm dan tinggi 219 mm) dengan tangki portabel 240 ml, sehingga meniadakan kebutuhan pompa injeksi maupun kompresor udara eksternal bertekanan tinggi yang berharga mahal dan bersuara bising seperti pada penelitian Pratama dkk. (2020). Secara mekanis, temperatur padatan dinding tungku tertinggi (T_{solid}) tercatat sebesar 790,00 °C, yang berada jauh di bawah batas titik leleh material pipa baja karbon konstruksi ($> 1400^{\circ}\text{C}$). Hal ini menjamin bahwa konstruksi tungku berada dalam daerah deformasi elastis serta aman dari risiko pelunakan termal (*thermal softening*) maupun deformasi plastis selama dioperasikan secara terus-menerus.
2. Limbah oli bekas dan minyak jelantah terbukti efektif dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG melalui penyediaan suplai udara stoikiometri ideal (Air-Fuel Ratio / AFR = 14,7:1 dengan debit udara desain sebesar 1,79 – 1,83 m³/jam). Berdasarkan karakteristik termofisika, oli bekas memiliki nilai kalor bawah ($LHV = 38 \text{ MJ/kg}$, laju aliran massa $\dot{m} = 2,69 \times 10^{-5} \text{ kg/s}$, dan laju pelepasan kalor $Q = 1.022 \text{ W}$), sedangkan minyak jelantah memiliki $LHV = 37 \text{ MJ/kg}$, $\dot{m} = 2,76 \times 10^{-5} \text{ kg/s}$, dan $Q = 1.021 \text{ W}$. Konfigurasi 20 lubang *nozzle* berdiameter 2 mm merupakan geometri nosel terbaik (*optimum*) yang berhasil membentuk sirkulasi pusaran aliran (*vortex*) simetris, menghasilkan temperatur fluida gas api puncak (T_{fluid}) tertinggi sebesar 755,00 °C pada Oli Bekas dan 725,00 °C pada Minyak Jelantah, sedangkan konfigurasi 25 lubang memicu penurunan temperatur akibat fenomena *air quenching* (turun menjadi 720,00 °C dan 690,00 °C). Pencapaian temperatur di atas

700 °C yang didukung suplai udara kipas berkapasitas 3 m³/jam menjamin ketersediaan oksigen melimpah untuk memutus rantai hidrokarbon berat dan senyawa trigliserida secara tuntas, sehingga pembentukan jelaga hitam (*soot*) dan gas karbon monoksida (CO) dapat diminimalisasi guna memenuhi aspek ramah lingkungan.

3. Kompor portabel hasil perancangan ini memiliki keunggulan performa termal dan efisiensi yang signifikan dibandingkan penelitian terdahulu, di mana temperatur api oli bekas (755,00°C) dan minyak jelantah (725,00°C) jauh melampaui hasil Kusnadi dkk. (2020) yang hanya mencapai > 222,20°C serta Farid dkk. (2023) sebesar 497,10°C. Selain itu, kompor ini mampu mendekati capaian temperatur Adiwidodo dkk. (2025) sebesar 793,00°C hanya dengan suplai debit udara sebesar 1,79 m³/jam, menghemat konsumsi udara lebih dari 10 kali lipat dibanding *blower* Adiwidodo dkk. (21,6 m³/jam) berkat efektivitas efek pusaran *nozzle* 20 lubang. Keunggulan utama lainnya adalah kemandirian bahan bakar, di mana kompor ini mampu mengoksidasi 100% oli bekas dan minyak jelantah murni tanpa perlu dicampur 50% solar komersial seperti pada penelitian Febriana dkk. (2024), serta hadir dalam konstruksi portabel yang praktis dan terintegrasi untuk mengatasi keterbatasan akses gas LPG di masyarakat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan evaluasi termal yang telah dilakukan, diperlukan penelitian lanjutan untuk menyempurnakan performa kompor portabel agar dapat diimplementasikan di masyarakat secara optimal. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Analisis Komparatif dengan Kompor Gas Konvensional
Melakukan pengujian komparatif secara langsung antara kompor portabel berbahan bakar alternatif (oli bekas dan minyak jelantah) ini dengan kompor gas LPG portabel yang beredar di pasaran. Parameter pembandingan difokuskan pada laju konsumsi bahan bakar, waktu pendidihan air (*Water Boiling Test*), serta efisiensi biaya operasional guna membuktikan nilai ekonomis dari pemanfaatan bahan bakar limbah secara objektif.
2. Uji Kelayakan Produksi dan Uji Coba Pengguna Rumah Tangga

Melakukan analisis kelayakan fabrikasi massal dan uji operasional langsung oleh pengguna di wilayah target (seperti rumah tangga di daerah dengan keterbatasan akses gas LPG). Uji coba ini diperlukan untuk memperoleh masukan empiris terkait ergonomi pemindahan alat, kemudahan pembersihan ruang bakar dari sisa partikel-partikel halus, serta perhitungan biaya produksi agar kompor tetap ekonomis dan tepat guna.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwidodo, A. dan. (2025). *Experimental Study of Nozzle Hole Diameter and Air Volumetric Flow Rate on Flame Temperature of Used Oil-Fired Stove*. 4(1), 378–385. <https://doi.org/https://doi.org/10.51747/energy.v14i2.p104-112>
- Ardiansyah, A., Mustofa, M., Iskandar, I., Idhan, A., & Rahman, Y. A. (2021). Perpindahan Panas Hybrid Photovoltaic Dan Thermoelektrik Generator Dengan Hot Mirror. *Foristek*, 11(2). <https://doi.org/10.54757/fs.v11i2.111>
- Dwicaksono, M. B., & Rangkuti, C. (2018). Perancangan, Pembuatan, Dan Pengujian Kompor Energi Matahari Portabel Tipe Parabola Kipas. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 3(2), 37–44. <https://doi.org/10.25105/pdk.v3i2.2985>
- Farid, A., Wibowo, H., Wibowo, A., Hidayat, R., Mustaqim, M., Santosa, I., & Hermani, B. (2025). Peningkatan Kualitas Nyala Api Pada Kompor Blower Rumah Tangga Berbahan Bakar Minyak Jelantah. *Jurnal Engineering*, 14(2), 102–108. <https://doi.org/10.24905/jureng.v14i2.13>
- Febriana, I., Yuka Fari Saputra, Najib Nursal Alfarabi, Erlinawati, & Yunanto, I. (2024). Uji Kinerja Prototype Kompor Oli Bekas Ditinjau Dari Komposisi Oli Terhadap Laju Alir Bahan Bakar. *Jurnal Redoks*, 9(1), 62–68. <https://doi.org/10.31851/redoks.v9i1.13143>
- Gantada, M. S. P. (2025). Analisis Efisiensi Termal pada Kompor Multifuel Berbahan Bakar Oli Bekas Menggunakan Metode Water Boiling Test. *Syntax Idea*, 7(6), 896–904. <https://doi.org/10.46799/syntaxidea.v7i6.13080>
- Gede Yudistira, Edi Elisa, & Edy Agus Juny Artha. (2026). Rancang Bangun Prototype Kompor Berbahan Bakar Oli Bekas. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 6(1), 38–50. <https://doi.org/10.51903/juritek.v6i1.6520>
- Gustopo, D., & Sari, S. A. (2012). Aplikasi Ergonomi Pada Desain Kompor Gas Portable. *Industri Inovatif*, 2(1), 11–16. <https://doi.org/https://ejournal.itn.ac.id/industri/article/view/1456>
- Kusnadi, A., Djafar, R., & Mustofa. (2020). Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Kompor Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 5(2), 49–55. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v5i2.681>
- Perdana, D., Gunawan, E., & Ps, B. (2018). Perilaku Dan Kestabilan Nyala Api Pada

- Pembakaran Premixed Minyak Biji Kapas Terhadap Variasi Air Fuel Ratio. Perilaku Dan Kestabilan Nyala Api Pada Pembakaran Premixed Minyak Biji Kapas Terhadap Variasi Air Fuel Ratio, 2018(November), 239–246. <https://doi.org/https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/1020>
- Pratama, A., Basyirun, B., Atmojo, Y. W., Ramadhan, G. W., & Hidayat, A. R. (2020). Rancang Bangun Kompor (Burner) Berbahan Bakar Oli Bekas. *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika*, 19(2), 95. <https://doi.org/10.20961/mechanika.v19i2.42378>
- Raharjo, W. P. (2009). Pemanfaatan Oli Bekas Dengan Pencampuran Mi Nyak Tanah Sebagai Bahan Bakar Pada Atomizing Burner. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 10(2), 156–168.
- Ramadhan, G. W., & Basyirun, B. (2020). Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Oli Bekas pada Kompor. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 5(2), 163–168. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v5i2.34804>
- Siregar, Z. H., Siregar, S. L., & Effendi, A. (2021). Kompor Portabel briket kulit durian sebagai energi alternatif masa depan. *Jurnal VORTEKS*, 2(2), 115–121. <https://doi.org/10.54123/vorteks.v2i2.89>
- Suwarno, D. U., Harini, W., Widyastuti, W., Sriwindono, H., & Puwoto, L. (2024). Kompor Minyak Jelantah. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 73–78. <https://doi.org/10.24002/senapas.v2i1.9297>
- White, F. (2015). *Fluid Mechanics*. In *Fluid Mechanics* ((8th Editi). McGraw-Hill Educatio.https://doi.org/https://books.google.co.id/books/about/Fluid_Mechanics.html?id=NqpZCgAAQBAJ&redir_esc=y
- Wildan, M., Bimo, S., Nataria, A., Ganda, F., Sakti, A. M., Nugroho, A., Khuluq Ma'addin, K., Mesin, T., & Vokasi, F. (2025). Perancangan Unit Sistem Pemanas Mesin Mini Portable Ekstruder Bioplastik. *Jurnal Rekayasa Mesin (Jrm)*, 10(02), 578–583. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jrm.v10i02.71346>