



Studi Eksperimental Diameter Lubang *Nozzle* Dan Laju Aliran Volumetrik Udara Terhadap Temperatur Nyala Api Kompor Berbahan Bakar Oli Bekas

Experimental Study of Nozzle Hole Diameter and Air Volumetric Flow Rate on Flame Temperature of Used Oil-Fired Stove

Mohammad Rohman Hamim¹, Satworo Adiwidodo^{2*}

^{1,2}Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Kota Malang, Jawa Timur 65141

¹hamim31201@gmail.com, ²Satworo.adiwidodo@polinema.ac.id*

Abstract

The utilization of used oil as fuel has begun to be used today even though only some people. Knowing how the interaction of nozzle hole diameter on fire temperature in portable stoves. This study used experimental research, by testing the value of the independent variable with (nozzle hole diameter (2, 3, 4) and variation of air volumetric flow rate, the response obtained (dependent variable) knowing the causal relationship of the study. This research processing method uses factorial ANOVA. see the interaction between independent variables on the dependent variable in addition to seeing the influence of independent variables independently on the dependent variation. The flame that produces the highest temperature is 900 °C in the 3mm hole diameter variation with an airflow rate of 0.004 m³/s. The flame with T1 varies the diameter of the 4mm hole with an airflow rate of 0.006 m³/s. Then the T2 flame has decreased graphically from the previous diameter at 3 mm hole diameter with air volumetric flow velocity at 0.006 m³/s. The larger the hole, the smaller the air pressure, otherwise the smaller the diameter of the nozzle hole, the greater the pressure spread into the combustion chamber is better.

Keywords: *airflow, used oil, temperature*

Abstrak

Pemanfaatan oli bekas menjadi bahan bakar itu sudah mulai dipakai masa kini walaupun hanya sebagian orang. Mengetahui bagaimana interaksi diameter lubang nozzle terhadap temperatur api pada kompor portable. Dalam penelitian ini yang digunakan penelitian eksperimen, dengan menguji nilai variable bebas dengan (diameter lubang nozzle (2, 3, 4) dan variasi laju aliran volumetrik udara, respon yang didapat (variable terikat) mengetahui hubungan sebab akibat dari penelitian tersebut. Metode pengolahan penelitian ini menggunakan ANOVA factorial. melihat interaksi antar variabel bebas terhadap variabel terikatnya selain melihat pengaruh variabel bebas secara independen terhadap variasi terikatnya. Nyala api yang menghasilkan temperature tertinggi 900°C pada variasi diameter lubang 3mm dengan memiliki kecepatan aliran udara di 0,004 m³/s. nyala api dengan T1 variasi diameter lubang 4mm dengan kecepatan laju aliran udara di 0,006 m³/s. Lalu nyala api T2 mengalami penurunan grafik dari diameter sebelumnya pada diameter lubang 3 mm dengan kecepatan aliran volumetrik udara di 0,006 m³/s. Semakin besar lubang maka tekanan udara semakin kecil, sebaliknya jika semakin kecil diameter lubang nozzle maka tekanan lebih besar menyebar masuk dalam ruang bakar semakin baik.

Kata Kunci: debit udara, oli bekas, temperatur

1. Pendahuluan

Pada masa sekarang, pemanfaatan bahan –bahan bekas seperti limbah sangatlah penting. karena limbah tersebut dapat menjadi berbahaya bila tidak dimanfaatkan dengan baik menjadi bahan yang sangat berguna bila pemanfaatan dengan baik. Kelangkaan gas LPG yang sering terjadi di Indonesia kerap membuat warga Indonesia resah. Kelangkaan tersebut membuat banyak peneliti melakukan penelitian yang dapat mengurangi ketergantungan warga Indonesia terhadap gas LPG [1].

Pemanfaatan limbah cair yaitu minyak jelantah dan oli bekas dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar. Kualitas nyala api tergantung dari diameter nozzle dan bahan bakar. Bahan bakar minyak jelantah dan oli bekas harus dipanaskan dahulu sebelum dibakar, karena sifatnya yang sulit dibakar. menggunakan nozzle 7 mm dan waktu pendidihan 1 liter air 3,21 menit menggunakan nozzle 7 mm berbahan bakar oli bekas, dengan sifat nyala api orange dan keduanya menghasilkan asap. asap yang dihasilkan oleh bahan bakar oli lebih tebal dibandingkan bahan bakar minyak jelantah [2]. Salah satu hasil penyulingan minyak bumi adalah oli, sehingga minyak bumi dan oli hampir memiliki sifat yang sama yaitu sebagai bahan bakar. tetapi walaupun oli bisa menjadi bahan bakar sama dengan minyak bumi tetapi oli sulit langsung terbakar, dan oli bila menjadi bahan bakar tidak bisa mencapai pembakaran yang sempurna seperti bensin maupun solar [3].

Kompor (burner) yang dirancang memiliki bentuk yang besar dibandingkan pada burner pada umumnya. Kompor (burner) mencapai tekanan 3.5 bar dengan suhu mencapai 1127 °C. Api yang dihasilkan oli bekas berwarna jingga. Perbandingan bahan bakar menghasilkan data bahwa elpiji lebih cepat 16 menit dibandingkan oli bekas dalam peleburan aluminium [4]. Nozzle adalah alat yang memiliki lubang berdiameter yang mempunyai fungsi untuk jalan keluar fluida bertekanan dan mengarahkan keluarannya uap bertekanan. Nozzle memiliki jenis, jenis nozzle adalah sebagai berikut: 1. Nozzle jenis konvergen memiliki ciri berdiameter lubang besar kemudian mengecil diameter lubang keluarannya. 2. Nozzle jenis divergen dari lubang kecil ke lubang berdiameter besar diujung keluarannya. 3. Nozzle jenis de laval (nozzle jenis konvergen-divergen) memiliki ciri ada bagian yang konvergen kemudian diikuti bagian yang divergen. Tekanan di nozzle maksimal maka aliran uap mencapai kecepatan tertinggi pada titik diameter lubang terkecil [5].

Dengan cara pembakaran dan ditambahi bahan bakar yang mampu cepat terbakar, ini bisa memperbesar api dan mengurangi asap yang terbentuk dari pembakaran di hembuskan uap air yang berasal dari pembakaran air (H₂O), semakin besar uap yang di hembuskan ke api akan menghasilkan api dalam pembakaran akan semakin tinggi [6]. Proses pembakaran sebuah bahan bakar dan udara bercampur dan terbakar dapat dilakukan baik menggunakan mode nyala api maupun tanpa menggunakan mode nyala api. Definisi api sendiri adalah suatu proses oksidasi dari pembakaran kimiawi yang memiliki panas dan cahaya. Warna api dipengaruhi oleh 2 hal yaitu kandungan bahan bakar dan campuran udara yang ikut terbakar. Ketika api memiliki warna cenderung merah hal tersebut dapat diartikan bahwa bahan terbakar api tersebut memiliki nilai kalor yang relatif rendah, atau udara yang mencampuri proses pembakaran hanya sedikit sehingga campuran kaya. Saat api berwarna kebiruan adalah sebaliknya yang merepresentasikan nilai kalor bahan bakar yang tinggi [7].

Penelitian ini dapat di simpulkan bahwa tekanan udara berpengaruh pada temperatur pembakaran oli bekas. Pengaruh tekanan udara terhadap temperatur pembakaran yaitu apabila tekanan udara semakin tinggi maka temperatur pembakaran yang di hasilkan lebih maksimal dengan tekanan 2,5 bar mendapatkan 994,5°C dan pembakaran semakin cepat yaitu mencatatkan waktu 151 detik, sebaliknya tekanan semakin rendah maka temperatur pembakaran minimal dengan 0,5 bar mendapatkan temperatur 662,0°C dan memperoleh waktu pembakaran yang lebih lama yaitu sebesar 843 detik [8].

Tujuannya adalah untuk mengetahui hasil terbaik pada suhu 250°C, 300°C dan 350°C dengan proses pirolisis. Kenaikan suhu berpengaruh besar terhadap hasil proses pertukaran. Hasil terbaik terdapat pada suhu 350°C yang diperoleh dari keran A sebesar 1 liter dan dari keran B sebesar 0,2 liter. Kemudian sampel keran A diuji terhadap baku mutu bahan bakar yang ada. Berdasarkan hasil pengujian spesifikasi pada proses penggantian oli bekas, ditemukan banyak kelemahan seperti nilai viskositas yang tinggi dan kadar air yang tinggi pada produk yang dihasilkan. Namun untuk sifat fisik lainnya telah memenuhi standar bahan bakar [9]. Didapatkan bahwa laju aliran udara dan jumlah lubang berpengaruh terhadap nyala api, temperatur dan kualitas pembakaran. Suhu tertinggi adalah 605,6°C dan efisiensi kompor tertinggi adalah 10,91% diperoleh dengan laju aliran udara 10 m/s dan 10 lubang uap [10].

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh diameter lubang nozzle dan laju aliran udara terhadap temperatur nyala api pada kompor berbahan bakar oil bekas, selain itu untuk mengetahui pengaruh bahwa interaksi diameter lubang dan aliran udara terhadap temperatur nyala api.

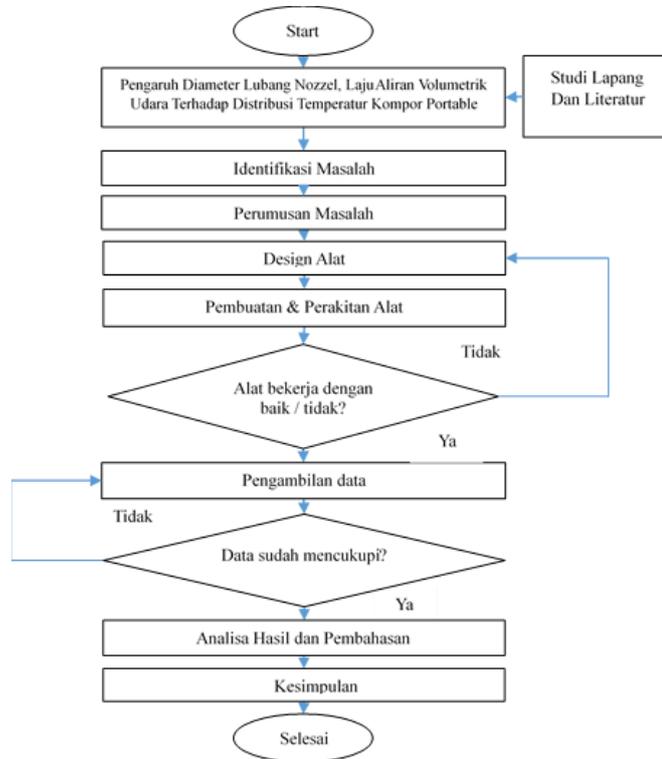
2. Metodologi

Dalam penelitian ini yang digunakan adalah penelitian eksperimen, dengan menguji nilai pada variable bebas (variasi diameter lubang nozzle dari diameter (2mm, 3mm, 4mm) dan variasi laju aliran volumetrik udara

serta mendapatkan respon yang didapat (variable terikat) sehingga dapat mengetahui hubungan sebab akibat dari penelitian tersebut.

2.1 Diagram Alir Penelitian

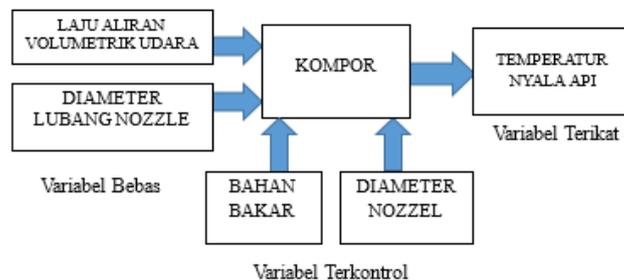
Terdapat beberapa tahapan dalam penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Kerangka Konsep

Kerangka penelitian mencakup variabel bebas dan variabel terikat yang saling berkaitan. Pada penelitian kami ini, digunakan kerangka penelitian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2:

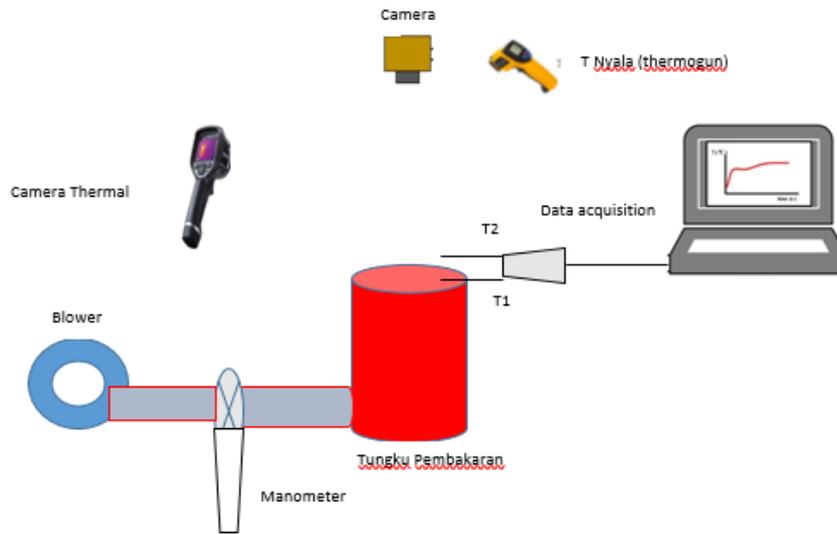


Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian

2.3 Setting Peralatan

Pada setting peralatan ini terlebih dahulu yaitu dengan mempersiapkan peralatan untuk pengukuran pada lidah api sehingga data yang dihasilkan lebih akurat, alat-alat yang digunakan diantaranya seperti thermo couple (tipe k). alat ini digunakan untuk mengukur ketinggian api dari tungku dudukan bidang diatas kompor yang kemudian alat ini akan disalurkan menuju USB TC 01 yang akan dibaca oleh laptop. kemudian menambahkan alat

bantu agar lebih akurat diantaranya, untuk mengukur suhu atau temperatur yaitu dengan alat camera thermografi flir, dan termogun. Anemometer digunakan untuk mengukur laju aliran udara dari blower.



Gambar 3. Setting peralatan pengujian

T1 yaitu alat ukur thermo coupel, dalam penelitian ini terdapat dua alan ini dengan posisi T1 berada pada bibir tungku dan untuk T2 berada 20 mm diatas T1.

Metode pengambilan data dilakukan dengan mengambil menggunakan camera thermal, thermo coupel, dan thermogun dengan replikasi 3 kali.

3. Hasil Data Pembahasan

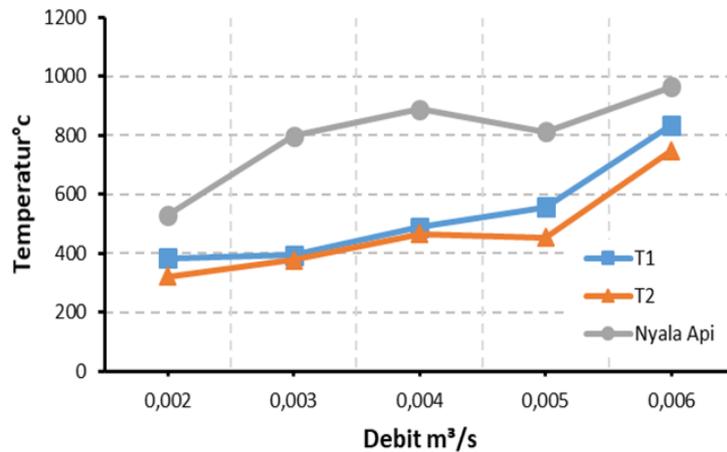
Berikut adalah data yang suda dirata-rata dari hasil penelitian, dimana data tersebut didapatkan dari proses pengukuran suhu yang sudah dilakukan sebanyak tiga kali. Data tersebut berisi temperatur nyala api.

Tabel 1. Temperatur rata-rata pada variasi diameter lubang dan laju alir udara

Diameter Lubang	Laju alir udara m ³ /s	Temperatur rata-rata °C		
		T1	T2	Tnyala
2	0,002	368	543	563
	0,003	372	373	588
	0,004	498	601	939
	0,005	518	500	902
	0,006	485	410	892
3	0,002	383	320	529
	0,003	393	377	798
	0,004	488	464	888
	0,005	556	453	813
	0,006	834	748	965
4	0,002	297	318	536
	0,003	380	514	892
	0,004	495	613	924
	0,005	538	581	856
	0,006	582	532	886

3.1 Pengaruh Laju Alir Udara (debit) Terhadap Temperatur Nyala Api

Setelah data didapatkan dan dimasukkan ke dalam Tabel, selanjutnya dibuat grafik rata-rata dari masing-masing variasi diameter lubang nozzle dan variasi kecepatan laju aliran volumetrik terhadap temperatur api.

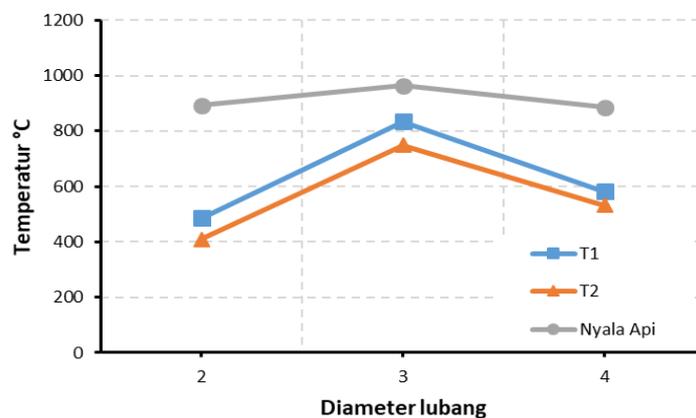


Gambar 3. Pengaruh Laju Alir Udara (debit) Terhadap Temperatur Nyala Api Diameter Nozzle 3 mm

Grafik hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nyala api yang menghasilkan temperatur tertinggi kurang lebih 900°C adalah pada variasi diameter lubang 3mm dengan kecepatan laju aliran volumetric udara di 0,006 m³/s. Untuk nyala api dengan T1 variasi diameter lubang 4mm dengan kecepatan laju aliran volumetric udara di 0,006 m³/s. Pada nyala api T2 mendapat hasil grafik yang mengalami penurunan dari diameter sebelumnya pada diameter lubang 3 mm dengan kecepatan laju aliran volumetric udara di 0,006 m³/s.

3.2 Pengaruh Diameter lubang nozzle Terhadap Temperatur Nyala Api

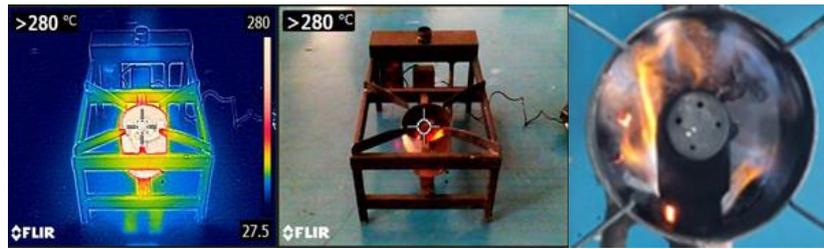
Suhu dari nyala api yang dipengaruhi oleh diameter lubang nozzle untuk nyala api lebih besar menghasilkan tekanan udara yang lebih tinggi, sementara diameter yang lebih besar mengurangi tekanan, pengkabutan bahan bakar kurang baik.



Gambar 3. Pengaruh Diameter Lubang Nozzle Terhadap Temperatur Nyala Api Debit Udara 0,006 m³/s

Data dengan variasi diameter nozzle 2,3 dan 4 mm, dan didapatkan hasil titik terendah nyala api ditunjukkan pada garis grafik berwarna oranye yaitu pada nilai rata-rata T2 pada laju aliran volumetric 0,006 m³/s. Pada nilai rata-rata nyala api ini menghasilkan temperatur 410°C pada titik terendah dengan variasi diameter lubang nozzle 2mm. Tertinggi nyala api ditunjukkan pada garis grafik rata-rata nyala api, berwarna abu-abu yaitu pada variasi laju aliran 0,006 m³/s pada variasi jumlah lubang nozzle 3mm yang menghasilkan temperatur 892°C.

Data temperatur ini meliputi temperatur nyala api dari visualisasi thermal camera, dan visualisasi dari camera.



Gambar 4. Visualisasi distribusi temperatur dan nyala api

3.3 Analisis Data Statistik

Dari Hasil Tabel data temperatur nyala api dan laju aliran volumetrik udara karena ini juga melihat interaksi antar variabel bebas terhadap variabel terikatnya. dilakukan pengolahan data dengan bantuan software Minitab untuk mengolah data yang diperoleh. Karena ingin mengetahui pengaruh parameter terhadap temperatur nyala api dipilih metode pada Desain of Experiments (DOE).

Tabel 2. Tabel ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	14	1038286	74163	11.38	0.000
Linear	6	958767	159795	24.53	0.000
laju aliran udara(m/s)	4	958104	239526	36.76	0.000
Diameter lubang(mm)	2	663	332	0.05	0.950
2-Way Interactions	8	79519	9940	1.53	0.190
laju aliran udara(m/s)*Diameter lubang(mm)	8	79519	9940	1.53	0.190
Error	30	195454	6515		
Total	44	1233740			

Terlihat pada tabel variasi laju aliran udara berpengaruh terhadap temperatur nyala api, karena nilai P-Value kurang dari nilai α (P-Value α) yaitu $0,000 < 0,05$. Maka hipotesis alternatif (H1) diterima dan hipotesis nol (Ho) ditolak, dimana terdapat pengaruh signifikan pada tingkat laju aliran volumetric terhadap temperatur nyala api. Sedangkan untuk diameter lubang tidak berpengaruh terhadap temperatur nyala api, karena nilai P-Value lebih dari nilai α (P-Value α) yaitu $0,950 > 0,05$. Maka hipotesis alternatif (Ho) diterima dan (H1) ditolak.

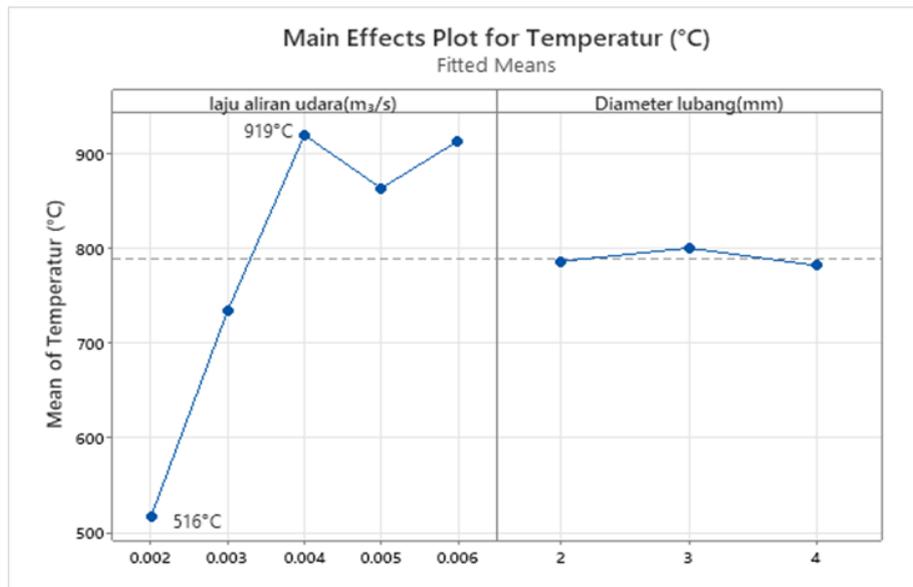
Model Summary memiliki kegunaan untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel atau lebih di dalam persamaan regresi, jika nilai R-sq mendekati 100% maka pengaruh variabel bebas sangat signifikan terhadap variabel terikat. Pada model summary ini (S) mewakili standar deviasi.

Tabel 3. Model Summary

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
78.9365	85.74%	79.08%	67.91%

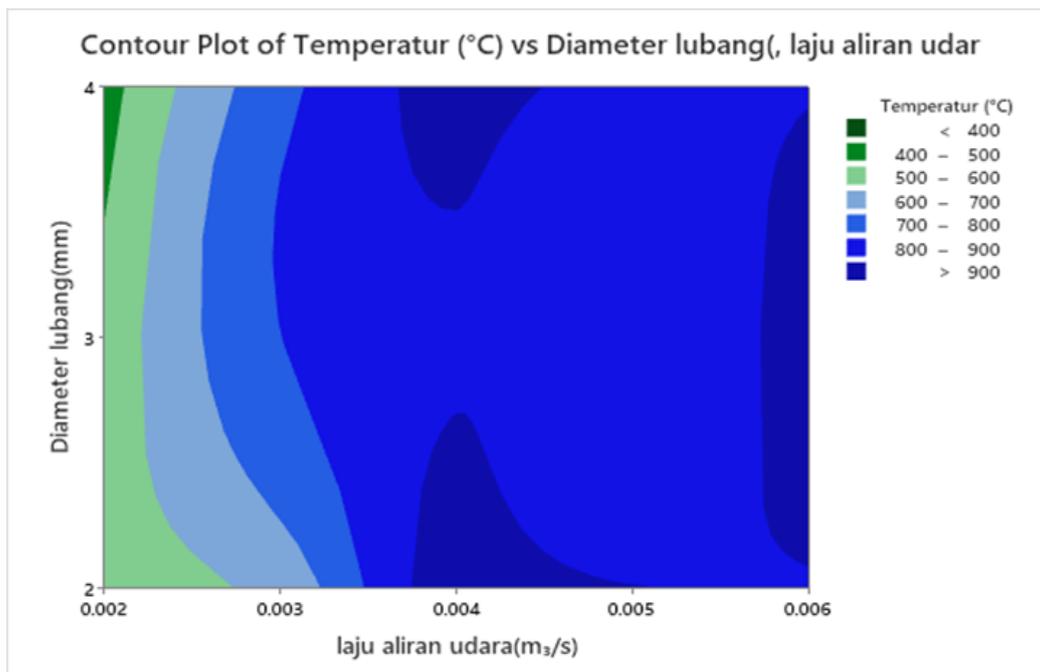
Summary di atas, diketahui nilai koefisien determinasi adalah sebesar 87,74%. Angka tersebut mengandung arti bahwa kedua variabel bebas secara bersamaan berpengaruh terhadap variabel terikat sebesar 12,26% Sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain di luar persamaan regresi ini atau variabel yang tidak diteliti. Besarnya pengaruh variabel lain disebut juga sebagai error (e).



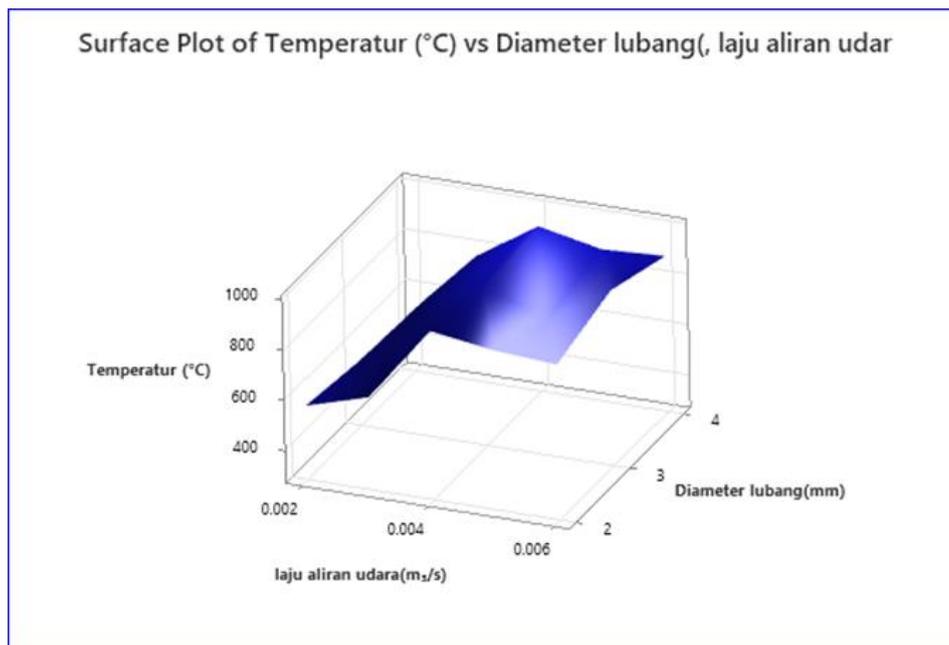
Gambar 5. Main Effects pengaruh diameter lubang dan laju aliran udara terhadap distribusi temperatur

Pada grafik dapat dilihat hasil pengambilan data dengan hasil temperatur terbesar didapatkan pada proses pengambilan dengan variasi laju aliran udara 0,004 m³/s dengan rata-rata temperatur 919°C mm dan temperatur terkecil didapatkan pada proses pengambilan dengan variasi laju aliran udara 0,002 m³/s dengan rata-rata temperatur 516°C. Sedangkan pada variabel variasi diameter lubang nozzle terbesar didapatkan pada 3mm dengan hasil temperatur 919°C dan hasil temperatur terkecil didapatkan pada diameter lubang 4mm.

Berikut ini adalah Contour Plot yang dilakukan dengan menggunakan pada software Minitab. Pada setiap contour memiliki warna dan ukuran yang berbeda sesuai respon yang dihasilkan. Sedangkan surface plot merupakan proyeksi dari contour plot dalam bentuk 3 dimensi.



Gambar 5. Contour Plot Pengaruh Laju Aliran Udara dan Diameter Lubang Nozzle terhadap Temperatur Nyala Api



Gambar 5. Surface Plot Pengaruh Laju Aliran Udara dan Diameter Lubang Nozzle terhadap Temperatur Nyala Api

Dalam grafik ini, daerah yang lebih gelap menunjukkan nilai z yang lebih tinggi. nilai z (temperature) yang lebih tinggi ini tampak membentuk punggung yang membentang dari kanan atas grafik ke kanan bawah.

Lembah di bagian tengah grafik dan kiri tengah pada laju aliran 0,004 menunjukkan kombinasi diameter terhadap temperatur yang masing-masing menghasilkan penurunan temperatur pada diameter 3mm dan diameter 2mm, dan 4mm temperatur. Dalam variabel Z, Temperatur °C., Pada variabel Y, Diameter lubang nozzle., Pada variabel X, Laju aliran udara m³/s.

Pada gambar menjelaskan untuk konfigurasi parameter yang menghasilkan respon tertinggi ada pada diameter lubang 3mm dengan laju aliran 0,004 m³/s tidak jauh beda dengan laju aliran 0,006 m³/s.

Dapat diketahui pada surface tiga parameter diameter lubang nozzle dan laju aliran udara titik tertingginya berada pada nilai tengah, dengan pengaturan tersebut dapat menghasilkan nyala api dengan temperatur tinggi. suhu nyala api dipengaruhi oleh diameter lubang nozzle diameter lebih besar menghasilkan tekanan udara yang lebih rendah, sementara diameter yang lebih kecil meningkatkan tekanan, pemampatan bahan bakar dengan lebih baik.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengaruh diameter lubang nozzle dan laju aliran volumetric udara terhadap temperature nyala api pada kompor portabel berbahan bakar oli dari pengambilan data yang telah dilakukan, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

Dari pengaruh laju aliran volumetrik udara terdapat temperature api dengan T1 variasi diameter lubang 4mm menunjukkan bahwa nyala api dengan suhu tertinggi sekitar 900°C dicapai dengan diameter lubang 3mm dan laju aliran volumetrik udara 0,006 m³/detik. nyala api T2 yang mengalami penurunan dari diameter sebelumnya pada diameter lubang 3 mm dengan kecepatan laju aliran volumetric udara di 0,006 m³/s.

Dari pengaruh diameter lubang nozzle terdapat temperature api didapat grafik variasi diameter nozzle 2,3 dan 4 mm, dan didapatkan hasil titik terendah nyala api ditunjukkan pada garis grafik berwarna oranye yaitu pada nilai rata-rata T2 pada laju aliran volumetric 0,006 m³/s. Pada nilai rata-rata nyala api ini menghasilkan temperatur 410°C pada titik terendah dengan variasi diameter lubang nozzle 2mm. Tertinggi nyala api ditunjukkan pada garis grafik rata-rata nyala api, berwarna abu-abu yaitu pada variasi laju aliran 0,006 m³/s pada variasi jumlah lubang nozzle 3mm yang menghasilkan temperatur 892°C.

Interaksi diameter lubang dan laju aliran volumetrik udara didapat temperature api dengan variasi diameter lubang nosel 2, 3, dan 4mm, pada nilai rata-rata T2, menunjukkan bahwa diameter lubang nosel 2mm dengan laju alir 0,006 m³/s menghasilkan temperatur rata-rata 410°C. Temperatur tertinggi sebesar 892°C dicapai dengan diameter lubang nosel 3mm dan laju aliran 0,006 m³/s.

Dalam kesimpulan tidak boleh ada referensi. Kesimpulan berisi fakta yang didapatkan, cukup menjawab permasalahan atau tujuan penelitian (jangan merupakan pembahasan lagi); Nyatakan kemungkinan aplikasi, implikasi dan spekulasi yang sesuai. Jika diperlukan, berikan saran untuk penelitian selanjutnya. Nyatakan simpulan secara terukur dan dalam kalimat berbentuk paragraf, bukan dalam bentuk *numbering/item-list*.

4.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan kepada peneliti selanjutnya oli bekas harus dipanaskan dahulu sebelum dibakar, dengan parameter yang ada didalam penelitian ini dapat dikembangkan kembali agar mendapatkan grafik yang lebih baik lagi, dan gunakan alat safety agar tidak terjadi sesuatu yang tidak kita inginkan.

Referensi

- [1] Sabitah, A., Sulhan, M., Indriyanto, R., dan Syarief, A., "Pengaruh Suplai Udara Terhadap Karakteristik Bentuk Dan Temperatur Nyala Api Dari Uap Premium", *Info-Teknik*, vol.21 no.1, pp15, Agu. 2020
<http://dx.doi.org/10.20527/infotek.v21i1.8960>
- [2] Nugroho A. S., Rahayu A. T., and Rubiandana N. A., "Studi Eksperimental Pengaruh Diameter Nozzle Terhadap Pembakaran Bahan Bakar Limbah Cair", *Justek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, vol. 5, no 1, pp. 21–26, Mei 2022.
<http://journal.ummat.ac.id/index.php/justek/oai>
- [3] Hidayat, A. R., dan Basyirun, B., "Pengaruh Jenis Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Kompor Pengecoran Logam Terhadap Waktu Konsumsi dan Suhu Maksimal pada Pembakaran", *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, vol.5 no.2, pp 103–108, Sep. 2020.
<https://doi.org/10.21831/dinamika.v9i1>
- [4] Ahmad Puji Nugroho, Darjono, dan Okvita Wahyuni, "Pengaruh Pengabutan Bahan Bakar Terhadap Kualitas Pembakaran Pada Mesin Induk Di Mt. Bauhinia. *Dinamika Bahari*", vol 9 no 1, pp 2204–2217, Oct. 2018.
<https://doi.org/10.46484/db.v5i1>
- [5] Pratama, A., Basyirun, B., Atmojo, Y. W., Ramadhan, G. W., dan Hidayat, A. R., "Rancang Bangun Kompor (Burner) Berbahan Bakar Oli Bekas", *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika*, vol.19 no.2, pp 95, 2020.
<https://doi.org/10.20961/mechanika.v19i2.42378>
- [6] Siagian, D. P., Widodo, A. S., dan U.D, F. G., "Pengaruh Kadar uap Air Terhadap Kecepatan Api Laminer Dengan bahan Bakar Metana", *Universitas Brawijaya*, Mar. 2018.
<http://repository.ub.ac.id/eprint/9016>
- [7] Dwinanda, A., Mufarida, N. A., and Finali, A., "Pengaruh Variasi Debit Aliran Terhadap Karakteristik Api Pembakaran Difusi Lpg Dan Cng", *J Proteksio*, vol.3 no.2, pp 11-14, 2019.
<https://doi.org/10.32528/jp.v3i2.2247>
- [8] Ramadhan, G. W., and Basyirun, B., "Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Oli Bekas pada Kompor", *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 163– 168, Sep. 2020
<https://doi.org/10.21831/dinamika.v5i2>
- [9] Azharuddin, A. Anwar Sani, and M. Ade Ariasya, "Proses Pengolahan Limbah B3 (Oli Bekas) Menjadi Bahan Bakar Cair Dengan Perlakuan Panas Yang Konstan", *J. Austenit*, vol. 17, no. 2, pp. 48– 53 Oct. 2020
<https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/austenit/article/view/2777>
- [10] Mafrudin, Ridhuan. K., Budiyanto, E., Kurniawan., Mubarak, M., A., Pratama, N., B., "Pengaruh laju aliran udara dan lubang uap air terhadap kinerja kompor dengan bahan bakar oli bekas", *J. Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, vol. 11 no. 2, pp 308-316, 2022.
<http://dx.doi.org/10.24127/urb.v11i2.2336>