



**PENGARUH TEKANAN UDARA TERHADAP
TEMPERATUR PEMBAKARAN OLI
BEKAS PADA KOMPOR**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**Oleh
Gilang Wahyu Ramadhan
5201415030**

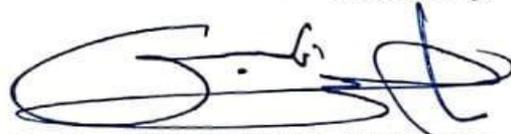
**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Gilang Wahyu Ramadhan
NIM : 5201415030
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur
Pembakaran Oli Bekas Pada Kompor

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian. Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 12 Juni 2020
Pembimbing,



Dr. Ir. Basyirun, S. Pd. M. T. IPM. ASEAN Eng
NIP. 196809241994031002

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Rancang Bangun Kompor (*Burner*) Berbahan Bakar Oli Bekas telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal ... bulan ... tahun ...

Oleh

Nama : Gilang Wahyu Ramadhan

NIM : 5201415030

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Panitia :

Ketua



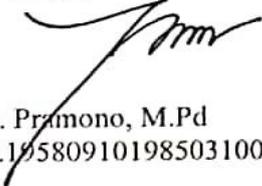
Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



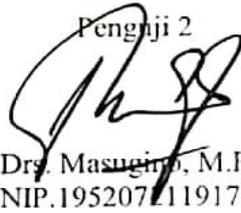
Dr. Ir Rahmat Doni Widodo S.T., M.T. IPP
NIP. 197509272006041002

Penguji 1



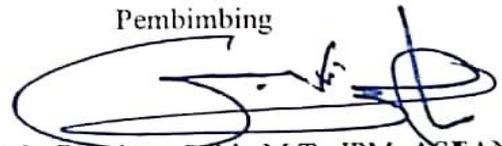
Drs. Pramono, M.Pd
NIP. 195809101985031002

Penguji 2



Drs. Masugino, M.Pd
NIP. 195207211917091256

Pembimbing



Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPM. ASEAN Eng
NIP. 196809241994031002

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UNNES



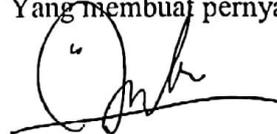
Nur Qudus, M.T., IPM
NIP. 196911301994031

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, megister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 12 Juni 2020
Yang membuat pernyataan,



Gilang Wahyu Ramadhan
NIM. 5201415030

MOTTO

"Hidup ini seperti sepeda, agar seimbang kamu harus bergerak".

(Albert Einstein)

"Barang siapa yang berbuat kebaikan (sebesar biji dzarra), niscaya dia akan melihat (balasan) nya. Dan barangsiapa yang berbuat kejahatan (sebesar biji dzarra), niscaya dia akan melihat (balasan) nya pula".

(QS. Az-Zalzalah: 7-8)

ABSTRAK

Gilang Wahyu Ramadhan. 2020. Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Oli Bekas Pada Kompor . Pembimbing: Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPM. ASEAN Eng. Pendidikan Teknik Mesin.

Oli bekas merupakan limbah, dimana belum terlalu optimal untuk di jadikan bahan bakar. Pada pembakaran oli bekas tekanan udara sangat berpengaruh untuk mencapai temperatur yang optimal. Memiliki dampak yaitu suhu yang di hasilkan tidak maksimal. Nyala api yang di hasilkan cenderung perlahan redup dan suhu menurun. Hal ini berpengaruh pada tekanan udara yang masuk. Dimana tekanan udara merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dan menentukan kerapatan udara selain daripada suhu. Metode Penelitian yang berkaitan dengan pengaruh tekanan udara terhadap temperatur pembakaran oli bekas pada kompor gas ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini dapat di simpulkan bahwa tekanan udara berpengaruh pada temperatur pembakaran oli bekas. Rancang bangun ompor (*Burner*) berbahan oli bekas. Kompor berbahan bakar oli bekas tersebut terbuat dari ST-44 yang memiliki dimensi sebagai berikut kompor memiliki diameter 11,5 cm. Sedangkan tinggi kompor gas 29 cm. 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.

Kata Kunci : Kompor, oli bekas, temperatur, tekanan udara, waktu pembakaran

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Oli Bekas Pada Kompor Gas. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

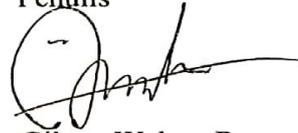
1. Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Teknik, Ketua Jurusan, Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Dr. Ir. Basyirun S.Pd., M.T., IPM, ASEAN Eng, Pembimbing I yang penuhperhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.
4. Drs. Pramono, M. Pd, Penguji I yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan pertanyaan, komentar, tanggapan menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.

5. Drs. Masugino, M. Pd, Penguji II yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan pertanyaan, komentar, tanggapan menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
6. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT. UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
7. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan demi perbaikan dan kesempurnaan penyusunan berikutnya.

Semarang, 12 Juni 2020

Penulis



Gilang Wahyu R
NIM. 5201415030

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan	4
1.6 Manfaat	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	11
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	30
3.2 Desain Penelitian	30
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	31
3.4 Parameter Penelitian	31
3.5 Teknik Pengumpulan Data	32
3.6 Kalibrasi Instrumen	39
3.7 Teknik Analisis Data	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43

4.1	Desain Kompor (Burner) Menggunakan Penelitian Annasruddin Pratama	43
4.1.1	Desain Kompor (<i>Burner</i>)	43
4.1.1.1	Hasil Penelitian	43
4.1.1.2	Pembahasan Penelitian.....	44
4.2	Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Oli Bekas Pada Kompor Dapat Menyala Optimal dan Laju Aliran Bahan Bakar.	45
4.2.1.1	Hasil Penelitian	45
4.2.1.2	Pembahasan Penelitian.....	46
4.2.2.1	Hasil Penelitian	47
4.2.2.2	Pembahasan Penelitian.....	48
4.3	Temperatur Maksimum Pembakaran Oli Bekas Pada Kompor	50
4.3.1.	Hasil Penelitian	50
4.3.2.	Pembahasan Penelitian.....	51
BAB V	PENUTUP	53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Api Merah	14
Gambar 2.2 Api Biru	15
Gambar 2.3 Api Putih	15
Gambar 2.4 Api Hitam	16
Gambar 2.5 Pressure Gauge	28
Gambar 2.6 Boyle Law	28
Gambar 3.1 Instalasi Penelitian Kompor Oli Bekas	32
Gambar 3.2 Desain Kompor (<i>burner</i>)	33
Gambar 3.3 Desain Bagian Utama Kompor	33
Gambar 3.4 Desain Penutup Kompor	33
Gambar 3.5 Desain Spuyer	34
Gambar 3.6 Desain <i>Nozzle</i>	34
Gambar 3.7 Desain Pipa L Penghubung Kompresor	35
Gambar 3.8 Prinsip Kerja 1	36
Gambar 3.9 Prinsip Kerja 2	36
Gambar 3.10 Prinsip Kerja 3	37
Gambar 3.11 Prinsip Kerja 4	37
Gambar 3.12 Prinsip Kerja 5	38
Gambar 4.1 Rancang Bangun Kompor	43
Gambar 4.2 Pengaruh tekanan udara terhadap temperatur pembakaran	46
Gambar 4.3 Pengaruh tekanan terhadap waktu pembakaran	48
Gambar 4.4 Pengaruh tekanan udara terhadap temperatur maksimal	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan antara solar dengan oli bekas.....	20
Tabel 2.2 Kadar logam pada oli baru dan bekas.....	21
Tabel 3.1 Instrumen variasi tekanan terhadap temperatur.....	38
Tabel 4.1 Keterangan Gambar 3D Kompor Burner	43
Tabel 4.2 Spesifikasi Kompor (Burner)	44
Tabel 4.3 Uji temperatur pembakaran	45
Tabel 4.4 Uji waktu pembakaran.....	48
Tabel 4.5 Uji temperatur maskimal	50
Tabel 4.6 Kesimpulan hasil penelitian	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 tahun 1999, tentang limbah dan pengelolaan limbah, pemanfaatan limbah dan pengolahan limbah untuk di jadikan barang yang lebih berharga dan bermanfaat, sebagai salah satu contoh adalah pengelolaan oli bekas agar dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar kompor.

Kompor berbahan oli bekas sudah banyak di gunakan, namun memiliki desain yang berbeda-beda. Pada jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang, sebelumnya sudah memiliki kompor dengan bahan bakar oli bekas. Kompor ini berbentuk spiral sehingga memiliki kekurangan cara membersihkan bekas bahan bakar oli yang berada pada spiral tersebut sangat sulit. Sehingga belum optimal dalam segi perawatannya.

Chi Z dkk (2012), pada proses pembakaran oli campuran udara-bahan bakar yang seimbang mengalir ke ruang bakar. Menyadari bahwa pencampuran udara-bahan bakar yang buruk menyebabkan peningkatan asap hitam atau pembakaran yang tidak sempurna, maka sangat penting untuk mengkarakterisasi tingkat pencampuran bahan bakar-udara. Pencocokan atomisasi bahan bakar dan bidang aliran adalah faktor utama yang mempengaruhi keseimbangan campuran udara-bahan bakar agar keseragaman campuran udara-bahan bakar dapat dicapai.

Pada pembakaran oli bekas tekanan udara sangat berpengaruh untuk mencapai temperatur yang optimal. Kompor oli bekas temperatur pembakaran

tidak stabil. Memiliki dampak yaitu suhu yang di hasilkan tidak maksimal. Nyala api yang di hasilkan cenderung perlahan redup dan suhu menurun. Dampak berikutnya yang di timbulkan pada proses pembakaran, asap atau gas buang akan menyebabkan polusi. Nyala api yang tidak optimal serta konsistensi temperatur. Pada oli bekas temperatur akan mudah berubah. Oli bekas harus konstan terjaga temperaturnya agar dapat menghasilkan api sempurna. Hal ini berpengaruh pada tekanan udara yang masuk. Tekanan menggambarkan gaya per satuan luas pada suatu ketinggian tertentu. Dimana tekanan udara merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dan menentukan kerapatan udara selain daripada suhu. Apabila volume udara dan bahan bakar tidak sesuai api yang di timbulkan biasanya akan mengeluarkan asap tebal, hal ini terjadi efek dari bahan bakar oli bekas yang mempunyai tingkat *viskositas* cukup tinggi, akan berbeda apabila proses pembakaran menggunakan pelumas yang masih baru.

Temperatur maksimum yang di hasilkan belum di ketahui, sehingga dampaknya belum bisa di jadikan syarat api untuk meleburkan logam. Oli yang di gunakan termasuk kedalam pembakaran dengan batas pencapaian temperatur tertentu. Perubahan nilai *viskositas* terhadap kenaikan suhu merupakan suatu hal yang penting untuk dipertimbangkan dalam berbagai jenis penerapan minyak pelumas. Kenaikan suhu berpengaruh dalam waktu proses pembakaran. Untuk mencapai temperatur optimal menggunakan perbandingan bahan bakar dan tekanan udara yang masuk, pencampuran bahan bakar dan tekanan udara, serta mulainya pembakaran pada kompor.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari uraian di atas, identifikasi masalah pada penelitian ini adalah penyebab dari pembakaran temperatur tidak stabil karena perbandingan bahan bakar yang masuk dan besarnya tekanan udara belum di ketahui .

Penyebab temperatur maksimum belum di ketahui karena untuk mencapai temperatur optimal menggunakan perbandingan bahan bakar dan tekanan udara yang masuk, pencampuran bahan bakar dan tekanan udara, serta mulainya pembakaran pada kompor. Kompor berbahan bakar oli bekas akan menghasilkan suhu tertentu. Tekanan udara sangat berpengaruh dalam proses terjadinya nyala api.

1.3 Batasan Masalah

Banyaknya faktor-faktor yang mempengaruhi temperatur oli bekas pada kompor gas, maka penelitian ini di batasi pada tekanan udara dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan untuk tabung kompor adalah besi baja ST-44.
2. Menggunakan spuyer berbahan kuningan berdiameter dalam 20 mm.
3. Menggunakan oli bekas motor.
4. Tekanan yang digunakan menggunakan kompresor.
5. Memvariasikan tekanan kompresor $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2 dan $2\frac{1}{2}$ bar.
6. Volume bahan bakar sebesar $\frac{1}{2}$ liter.
7. *Start* penyulutan api menggunakan kain yang di basahi solar.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di dapatkan rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat dan menggunakan kompor (*burner*) dengan desain penelitian Annasruddin Pratama untuk mengambil data pengaruh variasi tekanan terhadap temperatur pembakaran.
2. Seberapa besar pengaruh tekanan udara terhadap temperatur pembakaran oli bekas sehingga kompor dapat menyala optimal dan debit bahan bakar.
3. Seberapa maksimum temperatur pembakaran oli bekas setelah di lakukan variasi tekanan.

1.5 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui fungsi kompor dengan desain yang di teliti Annasruddin Pratama berbahan bakar oli bekas.
2. Mengetahui temperatur pembakaran sesuai variasi tekanan dan debit aliran bahan bakar yang dilakukan agar menjadi kompor oli bekas yang optimal.
3. Mengetahui batas maksimum temperatur pembakaran kompor oli bekas menjadi efisien.

1.6 Manfaat

Setelah mendapatkan tujuan maka manfaat yang di peroleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi berupa wujud kompor (*burner*) berbahan bakar oli bekas beserta fungsi untuk mengoperasikannya.
2. Memberikan informasi kompor dapat menyala sesuai temperatur yang diinginkan sehingga pembakaran dapat untuk meleburkan logam.
3. Memberikan informasi pembakaran oli bekas agar menciptakan nyala api yang sempurna sehingga asap yang di timbulkan minimal.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Berbagai penelitian tentang oli bekas telah banyak diteliti sebelumnya. Berikut ini merupakan penelitian-penelitian terdahulu yang membahas mengenai pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar :

Akhyar (2014), meneliti tentang perancangan dan pembuatan tungku peleburan logam dengan pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar. Hasil penelitian yang didapatkan adalah pemanfaatan limbah oli bekas agar menjadi bahan bakar tungku peleburan logam. Melakukan pengamatan dan perancangan sebelum melakukan penelitian dalam pembuatan tungku pelebur logam menggunakan bahan bakar oli bekas. Ruang pembakaran dirancang kecil sebesar ladel agar proses pemanasan menjadi efektif. Peleburan logam aluminium menunjukkan bahwa 1 kg aluminium mampu dilakukan peleburan selama 50 menit 32 detik. Oli bekas sebagai bahan bakar yang terpakai dalam proses peleburan 1 kg aluminium adalah $\frac{1}{2}$ liter.

Relevansi penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah tentang pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar tungku pelebur logam. Oli bekas sebagai subjek dimana penelitian tentang pemanfaatan sebagai bahan bakar. Keterbaruan dalam penelitian ini adalah pengaruh tekanan udara terhadap temperatur oli bekas pada kompor gas. Pemanasan awal oli bekas ini menggunakan dextrite.

I Nyoman Suparta (2017), meneliti tentang daur ulang oli bekas menjadi bahan bakar diesel dengan proses pemurnian menggunakan media asam sulfat dan natrium hidroksida. Hasil penelitian yang dilakukan adalah pemanfaatan oli bekas di daur ulang dengan cara di murnikan agar menjadi bahan bakar diesel. Oli bekas di murnikan dan melalui proses pengendapan agar mendekati syarat sifat bahan bakar diesel. Hasil penelitian ini adalah pengujian daur ulang oli bekas menjadi bahan bakar diesel dengan proses pemurnian meliputi pengendapan, pemanasan untuk membuang kandungan air, serta penambahan asam sulfat (H_2SO_4) dan natrium hidroksida ($NaOH$). Pemanasan dilakukan sampai temperatur $150^{\circ}C$, sedangkan penambahan H_2SO_4 dilakukan masing-masing 2%, 3%, dan 5% dari volume total oli bekas yang dimurnikan. Penambahan $NaOH$ diberikan dalam jumlah yang sama dengan H_2SO_4 dengan tujuan menetralkan keasaman setelah penambahan H_2SO_4 .

Relevansi penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah ingin mengetahui bahwa oli bekas dapat di jadikan bahan bakar dan memiliki karakteristik dengan solar. Oli bekas memiliki berbagai limbah yang berbahaya . Pembakaran oli bekas dapat di lakukan agar menghasilkan temperatur naik dan menjadi bahan bakar. Keterbaruan dalam penelitian ini adalah memfokuskan tentang perubahan temperatur sehingga berpengaruh pada proses pembakaran kompor dengan tekanan udara menggunakan kompresor.

Albertus Laurensius dkk (2017), meneliti tentang perancangan sistem kerja kompor ekonomis dengan bahan bakar oli bekas. Hasil penelitian yang dilakukan adalah perancangan sistem kerja kompor dengan bahan bakar oli bekas.

Hasil perancangan yang dilakukan oleh peneliti yang semula kompor ini berbeda dan hanya menggunakan bahan bakar gas atau minyak tanah. Pada perancangan ini peneliti melakukan perubahan dengan merubah bahan bakar yang digunakan kompor dengan oli bekas dan menjadikan suatu produk yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi, tidak memerlukan biaya yang besar untuk bahan bakarnya. Penelitian ini menghasilkan kompor yang baru, *redesign* dari bentuk yang telah digunakan saat ini. Kompor yang dihasilkan menggunakan pendekatan *anthropometri* pada perancangannya agar pengguna merasa nyaman. Penggunaan limbah oli bekas dalam meningkatkan nilai ekonomis dari kompor tersebut.

Relevansi penelitian ini adalah ingin mengetahui tentang peran oli bekas dalam segi ekonomis untuk bahan bakar kompor. Menguji dan mengamati hasil dalam penelitian. Keterbaruan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah pengaruh tekanan udara terhadap temperatur oli bekas pada kompor gas.

La Ode Asman dkk (2014), meneliti tentang pemanfaatan minyak oli bekas sebagai bahan bakar alternatif dengan pencampuran minyak *pirolisis*. Hasil penelitian adalah pemanfaatan oli bekas dan minyak *pirolisis*. Hasil penelitian diperoleh temperatur api pada pembakaran pencampuran minyak oli bekas dan minyak *pirolisis* dapat dijadikan bahan bakar alternatif, pada data hasil pengujian masing-masing *persentase* pencampuran dilakukan tiga kali pengujian yang dimana pengambilan data temperatur api pada setiap pengujian dilakukan sebanyak lima kali pengulangan. Karakteristik sifat fisik pencampuran minyak oli bekas dan minyak *pirolisis* adalah nilai massa jenis dan *viskositas* pada tiap-tiap *persentase*. Campuran minyak oli bekas dan minyak *pirolisis* mengalami

peningkatan. Nilai laju aliran bahan bakar oli bekas dan minyak *pirolisis* pada tiap-tiap persentase campuran mengalami penurunan nilai laju aliran bahan bakarnya. Karakteristik nyala api yang dihasilkan pada pencampuran minyak oli bekas dan minyak *pirolisis* adalah berwarna kuning merah dengan ketinggian maksimal 25 cm pada setiap persentase pencampuran. Penggunaan kompor bertekanan berbahan bakar. Pencampuran minyak oli bekas dan minyak *pirolisis* lebih efisien terhadap penggunaan kompor berbahan bakar gas dengan perbandingan 4 liter air.

Relevansi penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah persamaan api yang di hasilkan dari oli bekas melalui kompor gas. Keterbaruan penelitian ini dengan sebelumnya adalah berfokus pada variasi tekanan udara sehingga api yang di hasilkan berbeda temperatur.

Syarifah Yunus dkk (2013), meneliti tentang studi banding oli mesin bekas dan tidak terpakai (*Perodua Genuine* dan Minyak Castrol *Magnatec*) berdasarkan Basis Analisis Properti. Hasil penelitian adalah Nilai indeks viskositas diperoleh dengan membandingkan nilai viskositas kinematik oli mesin pada 40°C dan 100°C, dan prosedur perhitungan dijelaskan dalam ASTM D2770. Menunjukkan indeks viskositas untuk sampel minyak PG dan CM. Indeks viskositas dari data minyak PG menunjukkan bahwa semua sampel minyak yang diuji lebih tinggi dari minyak yang tidak digunakan. Namun, data tidak memiliki kenaikan signifikan karena perbedaannya adalah sekitar 14-20% pada interval 0–13000 km. Tren serupa ditunjukkan oleh Nakom et al, sebagai hasil dari minyak sintetis dan mineral menunjukkan perubahan kecil dalam nilai indeks *viskositas*.

Namun, perubahan kecil dalam *viskositas* harus diperhatikan. *Viskositas* oli mesin yang lebih tinggi tidak akan mampu melumasi komponen mesin, karenanya, dapat mempengaruhi umur komponen. Sementara itu, data untuk CM menunjukkan meningkatkan tren garis lurus tetapi memiliki data yang tersebar dan pada 5000 km, indeks *viskositas* menurun sekitar 3% pada interval 0-5000 km dibandingkan dengan minyak yang tidak digunakan. Ini mungkin karena pengenceran dan tidak efektifan oli mesin bekas. Penurunan nilai indeks *viskositas* dapat menyebabkan beberapa efek seperti, keausan berlebih pada komponen, meningkat sensitivitas minyak terhadap kontaminasi partikel, meningkatkan gesekan antar komponen dan lain-lain. Namun, indeks *viskositas* nilai-nilai itu kemudian meningkat tajam sekitar 40% pada interval 8000–11000 km. Nilai indeks *viskositas* yang meningkat terbukti. Bahwa *viskositas* tidak dipengaruhi oleh suhu mesin dan terjadi mungkin karena hilangnya lebih ringan fraksi dari penguapan atau oksidasi.

Relevansi penelitian yang di lakukan sebelumnya adalah meneliti oli bekas yang memiliki indeks *viskositas* cukup tinggi. Keterbaruan penelitian ini dengan sebelumnya adalah pengaruh variasi tekanan udara terhadap temperatur oli bekas pada kompor gas. Oli bekas sebagai bahan bakar utama sebagai pengganti bahan bakar minyak, pemanasan awal menggunakan dexlite.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu zat yang jika dipanaskan akan mengalami reaksi kimia dengan udara (*oksidator*) untuk melepaskan panas. Bahan bakar komersial mengandung karbon C, hidrogen H dan senyawa-senyawanya lainnya (sering disebut bahan bakar *hidrokarbon*) yang akan menghasilkan suatu nilai kalor (*heating value* atau *calorific value*) (Tri Agung, 2006).

Bahan bakar dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok yaitu, cair, gas dan padat. Beberapa syarat utama bahan bakar yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut (Erwin Widhiarto, 2006) :

1. Mempunyai nilai kalor yang cukup.
2. Mempunyai kesanggupan menguap.
3. Bahan bakar harus dinyalakan dan terbakar segera dalam campuran udara.
4. Bahan bakar tersebut tidak membahayakan kesehatan dari hasil pembakarannya bila terbakar.
5. Harus disimpan ditempat yang aman.

Oli pelumas merupakan termasuk dalam bahan bakar cair. Oli bekas memiliki tingkat kekentalan yang di kategorikan sebagai bahan bakar cair.

2.2.2 Karakteristik Bahan Bakar

Menurut Andy Kristanto (2015), karakteristik bahan bakar cair meliputi :

2.2.2.1 Densitas

Menurut I Komang Juniarta (6:2017), densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Densitas rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki densitas lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki densitas lebih rendah. Densitas serupa dengan sifat-sifat baik tegangan permukaan dan viskositas. Densitas didefinisikan sebagai perbandingan massa bahan bakar terhadap volume bahan bakar dengan acuan 25°C. Dimana *densitas* ini sangat berpengaruh pada perhitungan kuantitatif dan pengkajian kualitas penyalaan. Disamping itu densitas bahan bakar oli bekas di pengaruhi oleh buka tutup kran aliran bahan bakar menuju kompor. Kompor dinyatakan penuh bahan bakar maka kran akan di tutup dan apabila sudah mulai mengalami penurunan di pastikan bahan bakar dalam kompor tersebut habis sehingga kran perlu di buka sedikit untuk mengimbangi tekanan udara yang masuk. Dengan temperatur yang lebih tinggi akan membuat kompor menjadi lebih mudah terbakar karna energi aktifasi bahan bakar yang menurun, sehingga dapat mengimbangi singkatnya waktu yang tersedia untuk pembakaran pada temperatur tinggi.

2.2.2.2 Specific Gravity

Specific gravity adalah perbandingan berat sejumlah volum minyak bakar terhadap berat air untuk volume yang sama pada suhu tertentu. Dimana nilai *specific gravity* dari air ditentukan sama dengan satu.

2.2.2.3 Viskositas

Viskositas adalah salah satu sifat utama minyak dan dapat diukur melalui indeks *viskositas*. *Indeks viskositas* adalah angka empiris yang digunakan untuk menunjukkan ketergantungan suhu *viskositas* kinematik minyak. Rendah *indeks viskositas* menandakan perubahan yang relatif besar dengan suhu. Nilai dapat ditentukan oleh membandingkan nilai *viskositas* kinematik minyak pada 40°C dan 100°C dan prosedur perhitungan dijelaskan dalam ASTM D2770. Keakuratan *indeks viskositas* sangat tergantung pada pengukuran *viskositas* kinematik (Syarifah Yunus dkk, 2013).

Viskositas yang terlalu tinggi akan membuat bahan bakar teratomisasi menjadi tetesan yang lebih besar sehingga akan mengakibatkan deposit pada mesin. Tetapi apabila *viskositas* terlalu rendah akan memproduksi spray yang terlalu halus sehingga terbentuk daerah *rich zone* yang menyebabkan terjadinya pembentukan jelaga atau asap hitam (Prihandana, 2006).

2.2.2.4 Flash Point

Flash point (titik nyala atau titik kilat) adalah titik suhu terendah yang menyebabkan bahan bakar dapat menyala. Penentuan titik nyala ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. Pada standart ASTM biodiesel nilai *flash point* minimal 100°C karena untuk mengeliminasi kontaminasi methanol akibat proses konversi minyak nabati yang tidak sempurna (Prihandana, 2006).

Titik nyala didefinisikan sebagai suhu terendah di mana cairan menghasilkan uap yang mudah terbakar

dapat dinyalakan di udara dengan nyala api di atas permukaannya. Titik nyala ditentukan secara eksperimental dengan memanaskan sebuah kapal berisi cairan yang diuji. Nyala api disajikan secara berkala ke permukaan cairan. Jika sebuah flash terjadi di ketel, itu menunjukkan bahwa suhu cairan yang diuji telah mencapai atau melebihi titik nyala. Penentuan titik nyala eksperimental dijelaskan dalam banyak standar nasional dan internasional, yang berbeda dalam cakupannya dan dalam kondisi eksperimental yang ditentukan. (Agnes J, 2013)

Biodiesel yang dihasilkan di atas batas minimum standar ASTM, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai *flash point* yang diperoleh memenuhi standar. Selain itu dapat dilihat juga bahwa semakin besar katalis yang diberikan maka nilai *flash point*-nya cenderung kecil sehingga biodiesel lebih mudah terbakar dan perambatan api lebih cepat. Jika nilai *flash point* terlalu tinggi maka penyalanya akan sangat sulit sehingga membutuhkan lebih banyak energi untuk dapat menyalakannya.

Flash point memiliki berbagai macam warna api dasar, jenis bahan bakar dan pencampurannya juga mempengaruhi nyala warna api yang dihasilkan. Menurut Andreansyah (2017), api memiliki beberapa warna dasar, antara lain :

a. Api Merah



Gambar 2.1 Api Merah
(Sumber: www.pxhere.com)

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

b. Api Biru

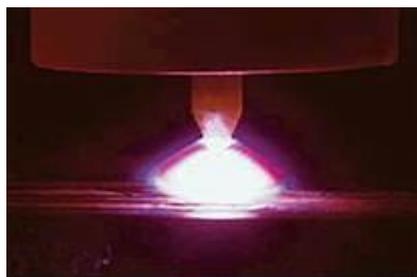


Gambar 2.2 Api Biru

(Sumber: www.desainrumahid.com)

Api biru memiliki suhu sekitar kurang dari 2000 °C. Kita bisa melihat api ini di dapur saat menyalakan kompor gas. Api jenis ini sudah mengalami pembakaran sempurna. Api biru memiliki tingkat kepanasan yang lebih tinggi dibandingkan api merah.

c. Api Putih



Gambar 2.3 Api Putih

(Sumber: www.mesin-teknik.blogspot.com)

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

d. Api Hitam



Gambar 2.4 Api Hitam
(Sumber: www.altirai.com)

Jika kita mengamati nyala api pada lilin, maka pada bagian pangkal sumbu akan terlihat area yang transparan. Ini yang digambarkan sebagai api hitam karena pada spektrum warna cahaya, hitam didefinisikan sebagai ketiadaan cahaya sehingga terlihat transparan. Disinilah bagian paling panas dari api.

2.2.2.5 Titik Tuang

Titik tuang suatu bahan bakar adalah suhu terendah dimana bahan bakar akan tertuang atau mengalir bila didinginkan dibawah kondisi yang sudah ditentukan. Ini merupakan indikasi kasar untuk suhu terendah dimana bahan bakar minyak siap untuk dipompakan. titik tuang.

2.2.3 Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair berasal dari minyak bumi. Minyak bumi didapat dari dalam tanah dengan jalan mengebornya di ladang-ladang minyak, dan

memompanya sampai ke atas permukaan bumi, untuk selanjutnya diolah lebih lanjut menjadi berbagai jenis minyak bakar. Umumnya dari minyak bumi (*crude oil*), dapat dipisah-pisahkan beberapa macam bahan bakar cair, antara lain berbagai jenis bensin, minyak tanah, kerosin, berbagai minyak solar serta berbagai jenis minyak bakar untuk ketel uap. Pemisahan pemisahan menjadi beberapa jenis bahan bakar tersebut dilakukan dengan jalan distilasi bertingkat, melalui berbagai tingkatan temperatur (Ahmad Amri, 2019).

Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang strukturnya tidak rapat, jika dibandingkan dengan bahan bakar padat molekulnya dapat bergerak bebas. Bensin/gasolin/premium, minyak solar, minyak tanah adalah contoh bahan bakar cair. Bahan bakar cair yang biasa dipakai dalam industri, transportasi maupun rumah tangga adalah fraksi minyak bumi. Minyak bumi adalah campuran berbagai hidrokarbon yang termasuk dalam kelompok senyawa: parafin, naphtena, olefin, dan aromatik. Kelompok senyawa ini berbeda dari yang lain dalam kandungan hidrogennya. Minyak mentah, jika disuling akan menghasilkan beberapa macam fraksi, seperti: bensin atau premium, kerosen atau minyak tanah, minyak solar, minyak bakar, dan lain-lain. Setiap minyak petroleum mentah mengandung keempat kelompok senyawa tersebut, tetapi perbandingannya berbeda (Andi Kristanto, 2015). Proses pembakaran adalah reaksi antara unsur-unsur yang terkandung dalam bahan bakar dengan oksigen. Hasil dari proses pembakaran ini akan menghasilkan kalor dan cahaya.

2.2.4 Minyak Pelumas (Oli)

Menurut Bambang dkk (2014), berdasarkan jenis base oilnya minyak pelumas diklasifikasikan menjadi 2, yaitu :

2.2.4.1 Oli mineral

Oli mineral terbuat dari pelumas dasar (*base oil*) yang diambil dari minyak bumi yang telah diolah dan disempurnakan dan ditambah dengan zat - zat aditif untuk meningkatkan kemampuan dan fungsinya. Beberapa pakar mesin memberikan saran agar jika telah biasa menggunakan oli mineral selama bertahun-tahun maka jangan langsung menggantinya dengan oli sintetis dikarenakan pelumas sintetis umumnya mengikis deposit (sisa) yang ditinggalkan oli mineral sehingga deposit tadi terangkat dari tempatnya dan mengalir ke celah-celah mesin sehingga mengganggu pemakaian mesin (Alan Haryo dkk, 2014).

2.2.4.2 Oli Sintetis

Oli Sintetis biasanya terdiri atas *Polyalphaolifins* yang datang dari bagian terbersih dari pemilahan dari oli mineral, yakni gas. Senyawa ini kemudian dicampur dengan oli mineral. Inilah mengapa oli sintetis bisa dicampur dengan oli mineral dan sebaliknya. Oli sintetis cenderung tidak mengandung bahan karbon reaktif, senyawa yang sangat tidak bagus untuk oli karena cenderung bergabung dengan oksigen sehingga menghasilkan asam. Pada dasarnya, oli sintetis didesain untuk menghasilkan kinerja yang lebih efektif dibandingkan dengan oli mineral.

Oli yang digunakan untuk melumasi mesin terdiri dari dua bahan utama yaitu *base oil* dan aditif. Minyak dasar memungkinkan oli mesin untuk melumasi bagian-bagian mesin yang bergerak untuk melindunginya dari keausan yang

disebabkan oleh gesekan. Sementara itu aditif memberikan perlindungan mesin tambahan dengan mencegah oli memburuk di bawah kondisi suhu ekstrem di mesin. Agar oli mesin melumasi mesin, *viskositasnya* harus mampu bertahan di bawah kondisi suhu mesin yang ekstrem, oli menipis saat dipanaskan dan mengental saat dingin. Penting untuk memiliki analisis oli mesin dalam hal *viskositas* dan keausan yang ada elemen dalam minyak setelah digunakan. Dengan demikian, penelitian ini melakukan pekerjaan eksperimental pada oli mesin merek yang tersedia di pasar. Elemen *viskositas* dan keausan kemudian dibandingkan dengan oli yang tidak digunakan (Bambang dkk, 2014).

2.2.5 Oli Bekas

Oli merupakan sisa dari produk-produk minyak bumi yang lain. Beberapa produk sisa adalah minyak bakar residu, minyak bakar untuk *diesel*, *road oil*, *spray oil*, *coke*, *asphalt*, dll. Oli bekas yang dikeluarkan dari peralatan biasanya dibuang begitu saja bahkan ada yang dimanfaatkan kembali tanpa melalui proses daur ulang yang benar (Ahmad Amri dkk, 2019).

Dalam oli bekas terdapat nilai kalor. Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen. Secara umum terdapat 2 macam oli bekas, yaitu oli bekas industri (*light industrial oil*) dan oli hitam (*black oil*). Oli bekas industri relatif lebih bersih dan mudah dibersihkan dengan perlakuan sederhana, seperti penyaringan dan pemanasan. Oli hitam berasal dari pelumasan otomotif. Oli yang penggunaannya lama maka karakteristik akan hilang, lebih cair dan tidak layak pakai. Oli ini dalam pemakaiannya mendapat beban

termal dan mekanis yang lebih tinggi. Dalam oli hitam terkandung partikel logam dan sisa pembakaran. Setelah pemakaian beberapa lama sifat-sifat fisik dan kimia oli akan mengalami perubahan karena temperatur yang tinggi dan tekanan sehingga tidak memenuhi persyaratan lagi sebagai pelumas, terutama *viskositasnya* yang terlalu rendah. Oli bisa di daur ulang tapi tidak dapat menjadi sempurna. Sesudah dilakukan proses pembersihan dari kotoran, oli bekas diharapkan mempunyai karakteristik yang mirip dengan bahan bakar diesel (*LDO = light diesel oil*). Berikut tabel mengenai perbandingan antara solar dengan bahan bakar yang mirip solar dihasilkan dari limbah oli bekas, Wahyu Purwo (2007) :

Tabel 2.1 Perbandingan antara solar dengan oli bekas

No.	Jenis Perbandingan	Solar	Bahan Bakar Mirip Solar
1	Massa jenis pada 15 °C (kg/m ³)	820-845	818
2	Viskositas pada 40 °C (mm ² /s)	2 – 4.5	3.49
3	Titik nyala (°C)	>55	57
4	Sulfur (ppm)	50	3500
5	Air (mg/kg)	<200	130
6	Nilai pemanasan rendah	42.700	42.500
7	Temperatur pada 250°C, volume maks (% v/v)	65	20
8	Temperatur pada 250°C, volume min (% v/v)	85	90
9	Volume mencapai 95%, temperatur maks (°C)	360	360

Untuk menghasilkan atomisasi yang sempurna pada sistem pembakaran *burner* diperlukan bahan bakar dengan *viskositas* 2-4.5 mm²/s. Oleh karena itu oli bekas harus disaring dan dipanaskan terlebih dahulu. Karakteristik yang umum untuk menilai kinerja bahan bakar diesel antara lain *viskositas*, angka setana, berat jenis, titik tuang, nilai kalor pembakaran, *volatilitas*, kadar *residu karbon*, kadar

air dan sedimen, indeks diesel, titik embun, kadar sulfur, dan titik nyala. (Wahyu Purwo, 2007).

Oli bekas memiliki perbedaan kadar logam dengan oli baru yaitu Fe, Cu dan Zn antara minyak pelumas baru dan bekas. Mengalami kenaikan pada logam besi (Fe), logam tembaga (Cu) dan logam seng (Zn). Kecuali logam timbal (Pb) tidak memiliki perbedaan. Kandungan senyawa kimia inilah yang mengakibatkan oli bekas dapat terbakar atau menjadi bahan bakar (Agus supriyanto, 2018).

Tabel dibawah ini menunjukkan hasil analisa kandungan logam pada oli bekas dan baru kendaraan bermotor. Kadar logam yang di analisa antara lain Al, Fe, Mn, Zn, dan Cu pada oli bekas dan baru (M Hatta Dahlan dkk).

Tabel 2.2 Kadar logam pada oli baru dan bekas

No	Sampel	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
1	Oli Baru	0,59	1,73	0,218	0,31	1,42
2	Oli Bekas	0,8	3,3	0,8	3,3	5,5

2.2.6 Tekanan Udara

Tekanan udara adalah tenaga yang bekerja untuk menggerakkan massa udara setiap luasan tertentu (Yulkifli dkk, 2014). Udara yang mengembang menghasilkan tekanan udara yang lebih rendah. Sebaliknya udara yang berat menghasilkan tekanan yang lebih tinggi. Tekanan udara bisa juga disebut dengan tekanan atmosfer bumi. Tekanan atmosfer bumi, sebagaimana fluida, berubah terhadap ketinggian dan cuaca. Pada suatu tekanan udara dalam suhu yang tinggi akan mengakibatkan rendahnya kerapatan udara. Tekanan menggambarkan gaya persatuan luas pada suatu ketinggian tertentu. Dimana tekanan udara merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dan menentukan kerapatan udara selain

daripada suhu udara. Ketinggian kerapatan udara (*density height*) adalah suatu ketinggian dalam atmosfer standar badan penerbangan internasional (ICAO), dimana kerapatan udaranya sesuai dengan kerapatan udara pada suatu tempat tertentu. Pada umumnya makin tinggi suatu ketinggian dari permukaan laut, tekanan udaranya semakin berkurang, karena jumlah molekul dan atom yang ada di atasnya berkurang. Dengan demikian dapat kita katakan bahwa tekanan udara menurun terhadap ketinggian, begitu juga dengan kerapatan udara. Alat untuk mengukur tekanan udara adalah barometer.

2.2.7 Kompresor

Kompresor adalah suatu alat yang berfungsi untuk memampatkan udara atau gas. Sebagaimana halnya dengan pompa, kompresor memiliki cara kerja yang identik dengan pompa. Udara atau gas yang dimampatkan oleh kompresor diambil dari suatu tempat tertentu, dialirkan dan kemudian dimampatkan dalam suatu tempat penampungan. Pada saat kompresor memampatkan udara atau gas, ia bekerja sebagai penguat (meningkatkan tekanan), dan sebaliknya kompresor juga dapat berfungsi sebagai pompa vakum. Dengan kata lain kompresor dapat melakukan kerja ganda yaitu sebagai penguat (*booster*) atau sebagai pompa vakum. Perbedaan yang mendasar antara kompresor dan pompa yaitu, pompa berfungsi hanya untuk mengalirkan atau membawa fluida (dalam hal ini adalah zat cair yang bersifat *incompressible*) dari satu tempat ke tempat lain yang disertai dengan energi. Namun pada kompresor kerja yang dilakukan bukan hanya mengalirkan fluida (dalam hal ini adalah udara yang bersifat *kompressible*) tetapi juga memampatkan fluida tersebut (Swaluddin, 2016).

Pada kompresor piston, angka yang tertulis dalam katalog menyatakan perpindahan piston dan bukan laju volume yang dihasilkan. Adapun untuk kompresor putar, apa yang tertulis dalam katalog pada umumnya menyatakan volume yang sesungguhnya dihasilkan. Untuk menentukan tekanan kompresor yang diperlukan harus diingat bahwa udara atau gas harus disalurkan ke tangki tekan dan peralatan yang memerlukan (dalam hal kompresor udara di sini, ban berfungsi sebagai tangki). Berikut ini akan diberikan sedikit penjelasan bagaimana prinsip kerja dari kompresor. Perhatikan pada gambar dimana fluida ditempatkan di dalam suatu bejana silinder kokoh dengan luas penampang A dan kedalaman L . Fluida dimampatkan dengan gaya tekan F melalui sebuah piston. Maka tekanan yang terjadi pada fluida adalah :

$$P = \frac{F}{A}$$

Tekanan ini kemudian diteruskan ke semua titik dengan harga yang sama. Kompresor yang bekerja menurut azas ini disebut kompresor jenis perpindahan (*displacement*). Disini dipergunakan piston yang bekerja bolak-balik di dalam sebuah bejana silinder, untuk mengisap, menekan, dan mengeluarkan gas secara terus-menerus.

2.2.8 Pressure Gauge

Pressure adalah perbandingan dari gaya dibagi luas penampang. Satuan Internasional dari pressure adalah newton/ m^2 atau biasa disebut juga dengan Pascal. Terdapat berbagai macam satuan dari pressure, contohnya adalah bar, milibar, mmHg, psi dan lain sebagainya. Satuan yang sering digunakan pada industri adalah bar dan psi. *Pressure gauge* adalah alat yang digunakan untuk

mengukur tekanan. Terdapat 2 jenis pressure gauge yaitu: Technical Pressure Gauge dan *absolute pressure gauge*. *Technical Pressure Gauge* adalah *pressure gauge* dengan penunjukan meter 0 saat terkena tekanan atmosfer. *Pressure gauge* seperti ini hanya menunjukkan nilai tekanan dari suatu zat tanpa mempertimbangkan tekanan atmosfer. *Absolute pressure gauge* adalah *pressure gauge* dengan penunjukan meter 1,013 bar saat terkena tekanan atmosfer. Jika *pressure gauge* ini digunakan pada suatu alat, maka nilai tekanan mutlak zat yang diukur adalah tekanan teknikalnya ditambah dengan tekanan atmosfer. *Pressure Switch* adalah komponen pneumatic yang dapat menyambung dan memutus arus listrik berdasarkan nilai tekanan tertentu sesuai dengan pengaturan.



Gambar 2.5 Pressure Gauge
(Sumber : www.monotaro.id)

2.2.9 Teori Pembakaran

Pembakaran adalah serangkaian reaksi-reaksi kimia eksotermal antara bahan bakar dan oksidan berupa udara yang disertai dengan produksi energi berupa panas dan konversi senyawa kimia. Pelepasan panas dapat mengakibatkan timbulnya cahaya dalam bentuk api. Bahan bakar yang umum digunakan dalam pembakaran adalah senyawa organik, khususnya hidrokarbon dan fasa gas atau padat.

Pembakaran yang sempurna dapat terjadi jika ada oksigen dalam prosesnya dan keseimbangan antara bahan bakar dan udara. Bahan bakar padat atau cair harus diubah ke bentuk gas sebelum dibakar. Biasanya diperlukan panas untuk mengubah cairan atau padatan menjadi gas. Bahan bakar gas akan terbakar pada keadaan normal jika terdapat udara yang cukup.

Terdapat bermacam-macam jenis pembakaran yang dapat dijelaskan pada poin-poin berikut ini :

a. Complete combustion

Pada pembakaran sempurna, reaktan akan terbakar dengan oksigen, menghasilkan sejumlah produk yang terbatas. Ketika hidrokarbon yang terbakar dengan oksigen, maka hanya akan dihasilkan gas karbon dioksida dan uap air. Namun kadang kala akan dihasilkan senyawa nitrogen di dalam udara. Pembakaran sempurna hampir tidak mungkin tercapai pada kehidupan nyata.

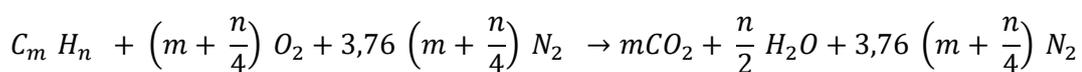
b. Incomplete combustion

Pembakaran tidak sempurna umumnya terjadi ketika tidak tersedianya oksigen dalam jumlah yang cukup untuk membakar bahan bakar sehingga dihasilkannya karbondioksida dan air. Pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan zat-zat seperti karbondioksida, karbon monoksida, uap air dan karbon. Pembakaran yang tidak sempurna sangat sering terjadi, walaupun tidak diinginkan, karena karbon monoksida merupakan zat yang sangat berbahaya bagi manusia. Kualitas pembakaran dapat ditingkatkan dengan perancangan media pembakaran yang lebih baik dan optimisasi proses.

Secara umum, pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator dengan menimbulkan panas atau nyala. Bahan bakar merupakan segala substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N) dan sulfur (S). Sementara oksidator adalah segala substansi yang mengandung oksigen (misalnya udara) yang akan bereaksi dengan bahan bakar.

Dalam proses pembakaran fenomena-fenomena yang terjadi antara lain interaksi proses-proses kimia dan fisika, pelepasan panas yang berasal dari energi ikatan-ikatan kimia, proses perpindahan panas, proses perpindahan massa dan gerakan fluida.

Proses pembakaran akan terjadi jika unsur-unsur bahan bakar teroksidasi. Proses ini akan menghasilkan panas sehingga akan disebut sebagai proses oksidasi eksotermis. Jika oksigen yang di butuhkan untuk proses pembakaran diperoleh dari udara, dimana udara terdiri dari 21% oksigen dan 78% nitrogen, maka reaksi stoikiometrik pembakaran hidrokarbon murni $C_m H_n$ dapat di tulis dengan persamaan :



Persamaan ini telah di sederhanakan karena sangat sulit untuk memastikan proses pembakaran yang sempurna dengan rasio evikalen yang tepat dari udara. Jika terjadi pembakaran tidak sempurna, maka hasil persamaan di atas CO_2 dan H_2O tidak akan terjadi, akan tetapi terbentuk hasil oksidasi persial

berupa CO , CO_2 dan H_2O . Juga sering terbentuk hidrokarbon tak jenuh, formaldehida dan terkadang terdapat karbon.

Pada kenaikan temperatur yang tinggi gas akan pecah atau terdisosiasi menjadi gas-gas yang tidak sederhana dan molekul-molekul dari gas dasar akan terpecah menjadi atom-atom yang membutuhkan panas dan menyebabkan kenaikan temperatur. Reaksi akan bersifat endotermik dan disosiasi tergantung pada kenaikan temperatur dan waktu kontak (Rachmat Harris, 2008).

2.2.10 Temperatur Pembakaran

Teori ini dimaksudkan untuk mengetahui temperatur tertinggi yang dihasilkan oleh api stabil. Terjadinya api stabil dapat diindikasikan melalui temperatur api biru tertinggi yang mampu dihasilkan oleh kompor. Menurut Hukum Boyle (1662), menyatakan bahwa "dalam suhu tetap" untuk massa yang sama, tekanan absolut dan volume udara terbalik secara proporsional. Hukum ini juga bisa dinyatakan sebagai: produk dari tekanan absolut dan volume selalu konstan.

Persamaan matematis untuk Hukum Boyle adalah:

$$pV = k$$

Keterangan :

p : berarti sistem tekanan.

V : berarti volume udara.

k : jumlah konstan tekanan dan volume.

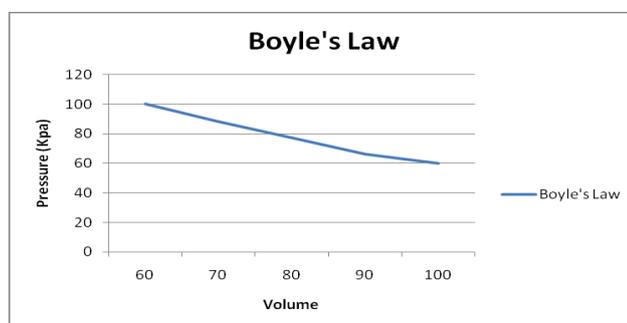
Hukum Boyle biasa digunakan untuk memprediksi hasil pengenalan perubahan, dalam volume dan tekanan saja, kepada keadaan yang sama dengan keadaan tetap udara. Sebelum dan setelah volume, tekanan tetap merupakan

jumlah dari udara, di mana sebelum dan sesudah suhu tetap (memanas atau mendingin bisa dibutuhkan untuk kondisi ini), memiliki hubungan dengan persamaan :

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$$

Hukum Boyle, Hukum Charles dan Hukum Gay Lusaac yang menghasilkan kombinasi udara atau tiga hukum udara tersebut berkombinasi dengan Hukum Avogadro dan di samarataan dengan hokum udara ideal. Menunjukkan Hukum Boyle dan bagaimana tekanan dan volume memengaruhinya.

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan Hukum Boyle dan bagaimana tekanan dan volume memengaruhinya (Arman Cagle, 2010) :



Gambar 2.6 Boyle Law

(sumber : www.wikipedia.com)

Gay-Lussac (1802) menemukan bahwa tekanan dari sejumlah tetap gas pada volum yang tetap berbanding lurus dengan temperaturnya dalam kelvin. Secara matematis dapat dinyatakan :

$$\frac{P \cdot V}{T} = k$$

Keterangan :

P : Tekanan Gas V : Volume Udara
 T : Temperatur Gas
 K : Konstan

Hukum ini dapat dibuktikan melalui teori kinetik gas, karena temperatur adalah ukuran rata-rata energi kinetik, dimana jika energi kinetik gas meningkat, maka partikel-partikel gas akan bertumbukan dengan dinding atau wadah lebih cepat, sehingga tekanan meningkat.

Hukum Gay-Lussac dapat dituliskan sebagai perbandingan dua gas :

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \text{ atau } P_1 T_2 = P_2 T_1$$

Keterangan :

P : Tekanan Gas K : Konstan
 T : Temperatur Gas

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan September – November 2019, dan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

3.2 Desain Penelitian

Penelitian yang berkaitan dengan pengaruh tekanan udara terhadap temperatur pembakaran oli bekas pada kompor gas ini menggunakan metode eksperimen. Menurut (Cochran, 1957), mengartikan eksperimen sebagai sebuah atau sekumpulan percobaan yang dilakukan melalui perubahan-perubahan terencana terhadap variabel input suatu proses atau sistem sehingga dapat ditelusuri penyebab dan faktor-faktor sehingga membawa perubahan pada output sebagai respon dari eksperimen yang telah dilakukan. Menurut (Zulnaidi, 2007: 17), mengungkapkan bahwa metode eksperimen adalah prosedur penelitian yang dilakukan untuk mengungkapkan hubungan sebab akibat dua variabel atau lebih, dengan mengendalikan pengaruh variabel yang lain. Metode ini dilaksanakan dengan memberikan variabel bebas secara sengaja (bersifat induse) kepada objek penelitian untuk diketahui akibatnya di dalam variabel terikat.

Dalam penelitian dengan metode eksperimen, terdapat tiga prinsip dasar yang terdapat dalam desain eksperimen, antara lain sebagai berikut:

1. *Replikasi*, merupakan pengulangan dari eksperimen dasar.

2. *Randomization*, prinsip ini digunakan pada uji signifikan valid. Uji signifikan akan valid bila pengamatan didistribusikan secara bebas yang dilakukan dengan pengambilan sampel secara random atau acak.
3. *Blocking*, merupakan prinsip yang digunakan untuk mengisolasi treatment dari pengaruh faktor lain supaya hasil eksperimen menjadi lebih akurat.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Yang Di Gunakan

Alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Kompor oli bekas sebagai alat utama dalam melaksanakan penelitian.
- b. Kompresor untuk memvariasikan udara.
- c. *Thermocouple* atau temperatur sensor untuk mengukur suhu oli.
- d. *Air pressure gauge* untuk mengukur tekanan angin yang masuk.
- e. *Thermometer infrared* untuk mengukur temperatur api.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian menggunakan oli bekas motor. Solar untuk bahan pemicu penyalaan api pertama.

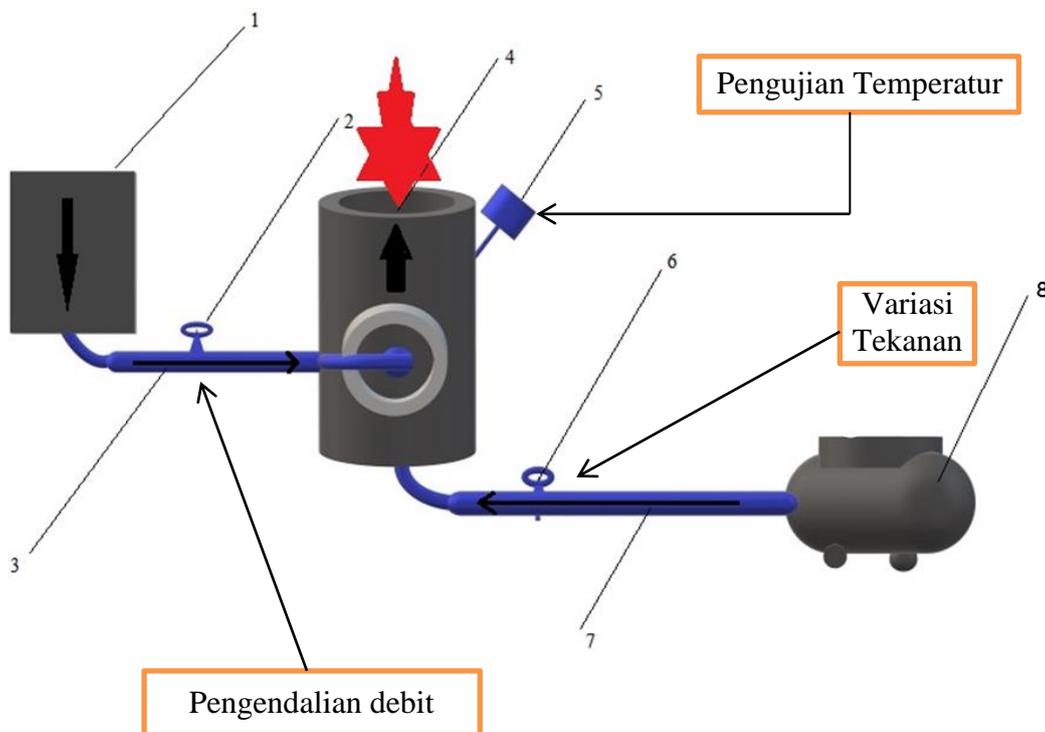
3.4 Parameter Penelitian

Parameter penelitian dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan udara terhadap temperatur oli bekas pada kompor gas. Pengujian mencakup berbagai variasi tekanan udara dengan tekanan 1, 1½, 2, 2½ dan 3 bar sehingga dapat diketahui temperatur yang diperoleh. Pengukuran temperatur dilakukan menggunakan alat *pressure gauge*. Sedangkan nyala api dilakukan dengan uji visual.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Sebelum pelaksanaan pengambilan data, diperlukan untuk melalui proses penelitian tersebut, menggunakan teknik observasi. Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan lewat pengamatan langsung. Peneliti melakukan pengamatan dan pengambilan data secara langsung, maka penelitian dimulai dengan cara sebagai berikut:

3.5.1 Instalasi Penelitian



Gambar 3.1 Instalasi Penelitian Kompor Oli Bekas

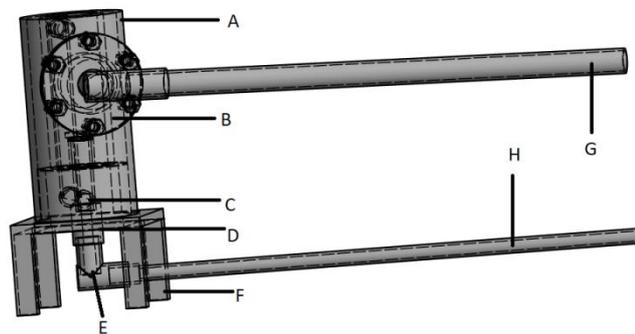
Keterangan

- | | |
|---------------------------------|--------------|
| 1. Oli bekas | 7. Selang |
| 2. Kran & flow meter | 8. Kompresor |
| 3. Pipa | |
| 4. Kompor | |
| 5. <i>Thermo couple</i> | |
| 6. Kran & <i>Pressure gauge</i> | |

3.5.2 Proses Penelitian

Pada penelitian ini terdapat proses penelitian dan prinsip kerja kompor (*Burner*) sebagai berikut :

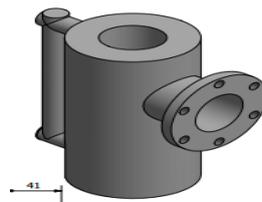
1. Menyiapkan kompor oli bekas yang sudah didesain dan dibuat sesuai rancangan seperti pada Gambar 3.1 dengan langkah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Desain Kompor (*burner*)

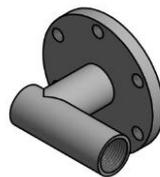
Bagian-bagian kompor:

- a. Bagian utama kompor



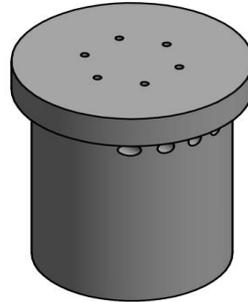
Gambar 3.3 Desain Bagian Utama Kompor

- b. Bagian penutup kompor



Gambar 3.4 Desain Penutup Kompor

c. Spuyer



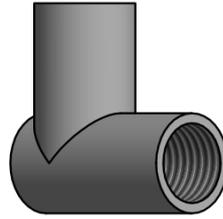
Gambar 3.5 Desain Spuyer

Spuyer memiliki fungsi mengalirkan uap panas yang keluar dari spuyer yang sudah bercampur dengan oksigen yang volumenya sudah di tentukan. Maka terjadilah penyulutan api.

d. *Nozzle*Gambar 3.6 Desain *Nozzle*

Sebuah nozzle dapat dianggap sebagai perangkat membagi daya yang tersedia dari bahan bakar oli keluar dengan kebutuhan tekanan udara. Jadi nosel berfungsi sebagai *backpressure* kontrol untuk kompor dan perangkat percepatan konversi energi uap panas menjadi energi kinetik.

e. Pipa L Penghubung Kompresor



Gambar 3.7 Desain Pipa L Penghubung Kompresor

f. Penyangga Kompor

g. Pipa Saluran Oli

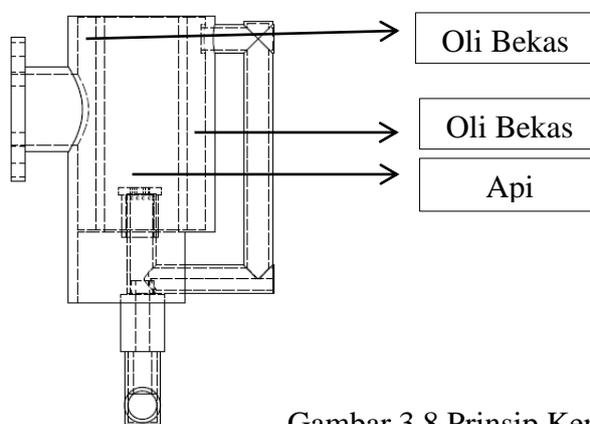
h. Pipa Saluran Udara

2. Menyiapkan alat dan bahan guna penelitian
3. Pasang pengukur temperatur (*thermo couple*) pada kompor
4. Pasang aliran selang kran untuk bahan bakar oli bekas
5. Pasang aliran kompresor
6. Tuangkan oli bekas pada selang yang sudah di pasang
7. Nyalakan api dengan menggunakan dextrite untuk pemanasan *start* awal
8. Setelah api menyala buka kran penyalur udara dan kran oli
9. Memvariasikan udara melalui *pressure gauge* di kompresor yaitu 1, 1½, 2, 2½ dan 3 bar
10. Ambil data temperatur pada *thermo couple* sesuai variasi tekanan pada *pressure gauge* di kompresor
11. Kendalikan debit bahan bakar oli yang masuk kedalam kompor
12. Mengamati bentuk nyala api pada kompor.

Setelah melakukan berbagai variasi tekanan. Maka langkah selanjutnya ialah pengumpulan data. Data yang dikumpulkan adalah tekanan $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2 dan $2\frac{1}{2}$ bar beserta temperatur yang didapatkan setiap masing-masing variasi tekanan.

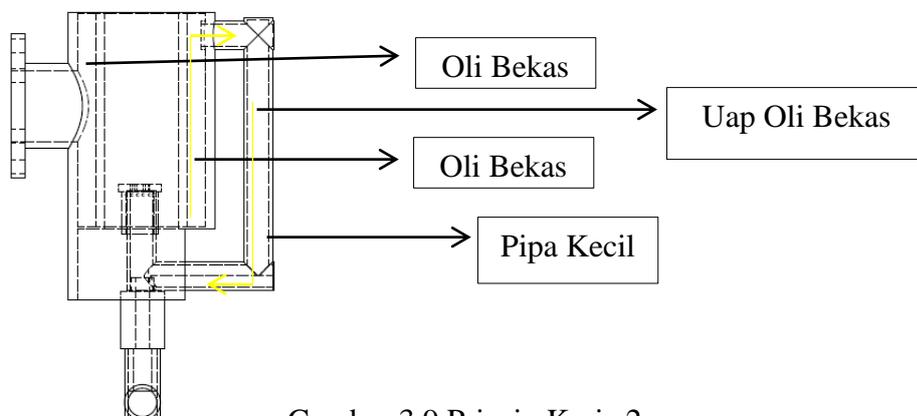
Berikut merupakan prinsip kerja kompor (*Burner*) :

1. Oli dimasukkan kedalam badan kompor mengalami penguapan akibat *treatment* awal.



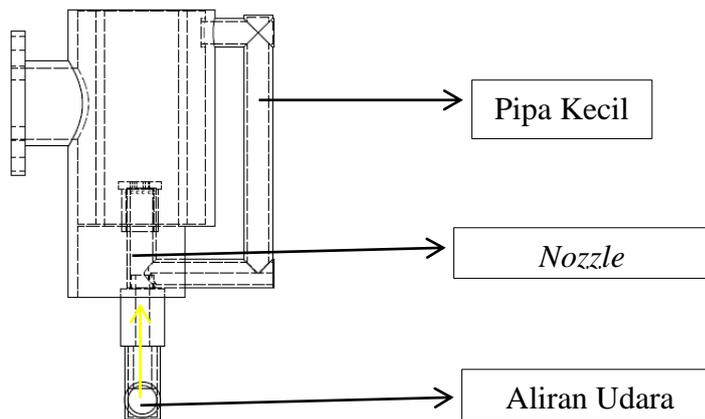
Gambar 3.8 Prinsip Kerja 1

2. Oli yang mendidih di badan kompor menguap dan keluar menuju pipa kecil.



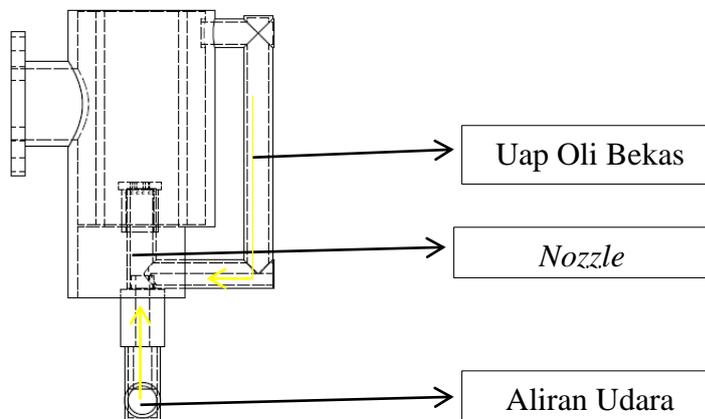
Gambar 3.9 Prinsip Kerja 2

3. Saat yang bersamaan, aliran udara dari kompresor mengalir menuju *nozzle*, namun aliran udara tersebut tidak masuk kedalam pipa kecil melainkan dapat menarik keluar uap oli tersebut di pipa kecil.



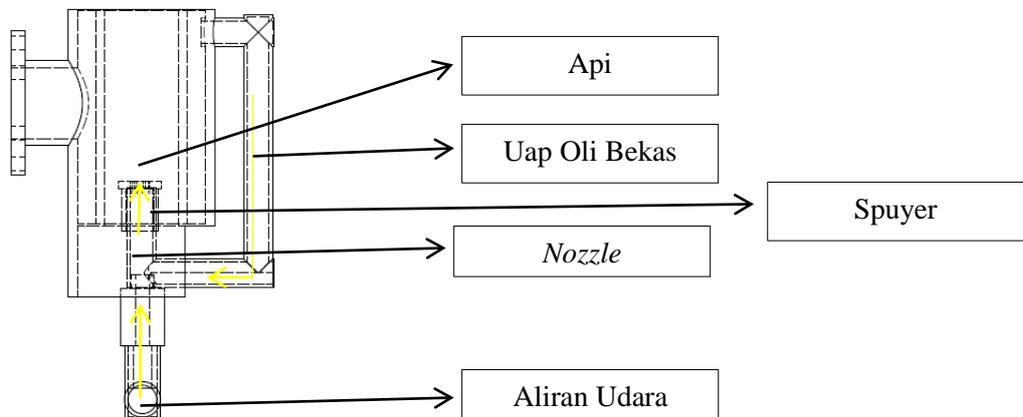
Gambar 3.10 Prinsip Kerja 3

4. Uap dari oli bekas dan aliran udara bertemu di *nozzle*.



Gambar 3.11 Prinsip Kerja 4

5. Aliran udara yang tinggi mendorong percampuran tersebut ke spuyer. Campuran tersebut menjadi mudah terbakar dan menghasilkan api.



Gambar 3.12 Prinsip Kerja 5

3.5.3 Data Penelitian

Data yang dikumpulkan menggunakan alat *pressure gauge* untuk variasi tekanan kompresor dan proses pengukuran temperatur menggunakan *thermo couple*. Pengendalian debit bahan bakar masuk menggunakan flow meter. Temperatur diukur menggunakan *thermo couple*. Nyala api dilakukan dengan uji visual. Data yang dihasilkan dari penelitian ini kemudian dimasukkan ke dalam tabel seperti dibawah ini:

Tabel 3.1 Instrumen variasi tekanan terhadap temperatur

No	Variasi Tekanan	Temperatur Maksimal (°C)	Debit bahan bakar (liter)	Waktu Pembakaran dengan (1 liter)	Visual Nyala Api
1	½, bar				
2	1 bar				
3	1½ bar				
4	2 bar				
5	2½ bar				

3.6 Kalibrasi Instrumen

Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dengan kata lain, kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mamputelusur (*traceable*) ke standar nasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional (ISO/IEC Guide 17025:2005).

Kalibrasi instrumen dalam penelitian ini adalah mengukur temperatur menggunakan *thermo couple*., Langkah awal mengkalibrasi *thermo couple* digital sesuaikan dengan suhu ruangan, pada alat ini sudah otomatis menunjukkan suhu ruangan dan tidak bisa di ubah angka digital pada alat *thermo couple*. pengukuran tekanan menggunakan *pressure gauge* pada kompresor, dan pengendalian debit yang masuk menggunakan flow meter.

Popong, dkk (2014), *Thermocouple* merupakan sensor temperatur yang bisa digunakan mengukur suhu dengan nilai yang tinggi. sehingga sensor suhu *thermo couple* ini banyak digunakan untuk industri. Sensor suhu *thermo couple* memiliki nilai output yang kecil dengan *noise* yang tinggi, sehingga memerlukan rangkain pengkondisi sinyal agar nilai output tersebut dapat dibaca dengan baik.

PT Pola Petro (2017), *Pressure gauge* adalah sebuah alat pengukur yang berfungsi untuk mengukur sebuah tekanan fluida yang bisa berupa gas atau cair, dalam sebuah tabung tertutup. Untuk satuan pengukurannya sendiri dikenal

dengan istilah psi, psf, mmHg, inHg, bar, hingga atm atau *atmosphere*. *Pressure gauge* sendiri biasa digunakan untuk memantau tiap tekanan udara serta gas yang berada dalam sebuah kompresor udara, berbagai peralatan vakum, jalur proses, hingga tabung gas medis serta alat pemadam kebakaran. Tak hanya mampu menunjukkan pengukuran secara visual, *pressure gauge* juga bisa di konfigurasi secara khusus untuk akhirnya memberikan sebuah keluaran listrik.

Flowmeter atau sensor air adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran fluida.

3.7 Teknik Analisis Data

Analisis data adalah proses telaah dan pencarian makna dari data yang diperoleh untuk menemukan jawaban dari masalah penelitian (Pohan, dkk. 2016). Teknik analisis data yang dipakai adalah teknik analisa regresi. Teknik ini digunakan untuk menjelaskan pengaruh variasi tekanan terhadap temperatur. Untuk metode pengumpulan data secara kuantitatif dilakukan pada pengukuran tekanan udara, temperatur dan nyala api yang di hasilkan. Hal tersebut mengacu pada pengukuran yang berkaitan dengan angka. Mengenai metode pengumpulan data secara kualitatif pada penelitian ini berkaitan dengan nyala api. Hal tersebut berdasarkan bagaimana pembentukan nyala api sehingga perlu di visualkan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Hasil penelitian berupa data-data yang dimasukkan ke dalam tabel data. Sehingga hasil penelitian dapat dianalisa dengan baik.

Selanjutnya penggunaan analisis regresi, merupakan salah satu alat analisis yang menjelaskan tentang akibat-akibat dan akibat yang ditimbulkan oleh

satu atau lebih variabel bebas terhadap satu variabel terikat (tidak bebas). Dalam analisis regresi, variabel bebas dapat pula disebut dengan istilah prediktor dan variabel terikatnya sering disebut dengan istilah kriterium.

3.7.1 Analisis Regresi

Petrus Katemba (2017). Regresi Linear adalah Metode Statistik yang berfungsi untuk menguji sejauh mana hubungan sebab akibat antara Variabel Faktor Penyebab (X) terhadap Variabel Akibatnya. Faktor Penyebab pada umumnya dilambangkan dengan X atau disebut juga dengan Predictor sedangkan Variabel Akibat dilambangkan dengan Y atau disebut juga dengan Response.

Eko Hertanto (2011). Analisis regresi merupakan teknik statistik untuk menginvestigasi dan menyusun model mengenai hubungan antar variabel. Sebagai contoh aplikasi regresi terjadi pada pengelolaan peralatan dalam praktikum siswa SMK dapat menyusun analisis regresi sederhana. Analisis regresi mungkin merupakan teknik statistik yang paling banyak digunakan terutama untuk tujuan prediksi.

Kegunaan regresi dalam penelitian salah satunya adalah memprediksi nilai variabel terikat (biasanya dinotasikan dengan huruf Y) apabila variabel bebas (biasanya dinotasikan dengan huruf X) telah diketahui. Analisis regresi adalah analisis satu arah (*non-recursive*).

Asumsi umum atau prasyarat analisis regresi diantaranya:

1. Data yang dianalisis jenis data interval atau ratio
2. Data dipilih secara random
3. Data yang dihubungkan berdistribusi normal

4. Data yang dihubungkan berpola linear
5. Data yang dihubungkan mempunyai pasangan yang sama sesuai dengan subjek yang sama.

3.7.1.1 Regresi Linear Sederhana

Eko Hertanto (2011). Regresi Linear Sederhana adalah regresi yang memiliki satu variabel independen (X) dan satu variabel dependen (Y).

Analisis Regresi Sederhana ini bertujuan untuk menguji pengaruh antara variabel X terhadap variabel Y. Variabel yang dipengaruhi disebut variabel dependen, sedangkan variabel yang mempengaruhi disebut variabel independen.

Dalam penelitian ini dimana Y sebagai variabel terikat (temperatur), sedangkan X sebagai variabel bebas (variasi tekanan)

Model persamaan regresi linier sederhana sebagai berikut :

$$Y = a + bX$$

Keterangan :

Y : Variabel terikat

x : Variabel independen

a : Konstanta

b : Koefisien variabel regresi

BAB IV

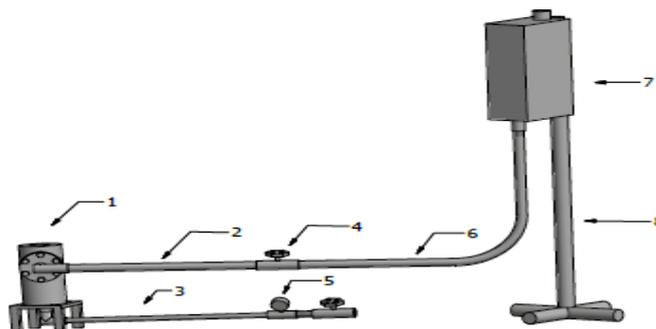
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Membuat dan Menggunakan Kompor (*Burner*) Dengan Desain Penelitian Annasruddin Pratama Untuk Mengambil Data Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Temperatur Pembakaran

4.1.1 Desain Kompor (*Burner*)

Berdasarkan penelitian, alat untuk proses pengambilan data menggunakan desain kompor yang telah di buat oleh Annasrudin Pratama yaitu menghasilkan produk sebagai berikut :

4.1.1.1 Hasil Penelitian



Gambar 4.1 Rancang Bangun Kompor

Tabel 4.1 Keterangan Gambar 3D Kompor (*Burner*)

No.	Nama	Jumlah	Bahan	Keterangan
1.	Badan Kompor	1	Pipa Besi ST-44	
2.	Selang Aliran Oli	1	Pipa Besi	
3.	Selang Kompresor	1	Kuningan	
4.	Kran Putar	2	Kuningan	
5.	Pressure Gauge	1		Mengukur dari 0 – 2,5 Bar
6.	Selang Oli	1	Plastik	
7.	Tangki Oli	1	Plastik	
8.	Tiang Penyangga Tangki	1	Pipa Besi Galvanis	

Tabel 4.2 Tabel Spesifikasi Kompor (Burner)

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Bahan Pembuatan Kompor	
	a. Badan Kompor	Baja ST-44
	b. Spuyer	Kuningan
	c. Nozle	Kuningan
	d. Selang Udara	Kuningan
	e. Tangki Oli	Plastik
	f. Selang Oli	Plastik
	g. Kran Putar	Kuningan
2.	Dimensi Kompor	
	a. Diameter Kompor (cm)	11,5 cm
	b. Tinggi Kompor (cm)	29 cm
	c. Diameter Spuyer (cm)	2,5 cm
	d. Tinggi Spuyer (cm)	2 cm
	e. Diameter <i>Nozzle</i> (cm)	2 cm
	f. Tinggi <i>Nozzle</i> (cm)	4 cm
	g. Panjang Selang Oli (cm)	100 cm
	h. Panjang Selang Udara (cm)	150 cm
3.	Bahan Bakar	
	a. Jenis Bahan Bakar	Oli Bekas
	b. Kapasitas Bahan Bakar (liter)	2,8 Liter
	c. Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)	8 liter/ jam
4.	Nyala Api	
	a. Nyala Api yang Dihasilkan	Jingga
	b. Tekanan Maksimal	3.5 bar
	c. Temperatur Maksimal (°C)	1127 °C

4.1.1.2 Pembahasan Penelitian

Kompor (burner) berbahan bakar oli bekas tersebut terbuat dari besi ST-44 yang memiliki dimensi sebagai berikut badan kompor memiliki diameter 11,5 cm. Sedangkan tinggi kompor gas 29 cm. Bentuk badan kompor (burner) tersebut memiliki dimensi yang besar. Sehingga memiliki daya tampung yang besar pula.

Karena didalam badan kompor tersebut dapat menampung 2,8 liter oli bekas. Meskipun besar kompor tersebut dapat menghasilkan api berwarna jingga dengan temperatur maksimal 1154 °C. Kompor tersebut juga memiliki tekanan maksimal sebesar 3,5 bar. Namun tekanan tersebut menimbulkan suara yang bising dan api yang tidak stabil.

4.2 Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Oli Bekas Pada Kompor Dapat Menyala Optimal dan Debit Bahan Bakar

4.2.1 Temperatur Pembakaran Oli Bekas

Berdasarkan penelitian, maka di dapatkan hasil dan pembahasan sebagai berikut :

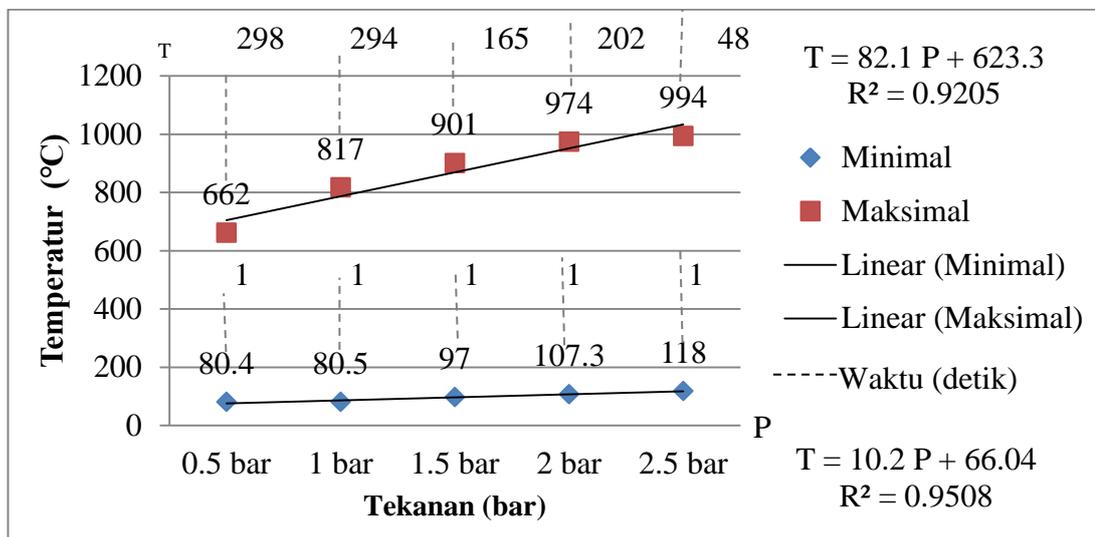
4.2.1.1 Hasil Penelitian

Data variabel penelitian yang sudah di laksanakan untuk mengetahui temperatur pembakaran, maka mendapatkan pengujian temperatur dengan tabel sebagai berikut :

Tabel 4.3 Uji Temperatur Pembakaran

No.	Tekanan (bar)	Temperatur minimal (°C)	Temperatur maksimal (°C)
1	0,5 bar	80.4 °C	662.0 °C
2	1 bar	80.5 °C	817.0 °C
3	1,5 bar	97.0 °C	901.0 °C
4	2 bar	107.3 °C	974.0 °C
5	2,5 bar	118.0 °C	994.5 °C

Dengan tabel di atas, berikut merupakan grafik dari temperatur pembakaran menggunakan berbagai variasi tekanan :



Gambar 4.2 Pengaruh tekanan udara terhadap temperatur pembakaran

Gambar di atas yaitu y diartikan sebagai T (temperatur pembakaran) yang menjadi variabel terikat, x merupakan variabel bebas diartikan P (tekanan udara). Persamaan tersebut hanya berlaku mulai dari 0,5 sampai 2,5 bar. Pada gambar di atas garis setrip adalah waktu saat menghitung temperatur.

4.2.1.2 Pembahasan Penelitian

Setelah mendapatkan data penelitian, maka berikut pembahasan dari data yang di peroleh :

Tabel 4.3, diketahui dalam menentukan temperatur, langkah pertama memvariasikan tekanan yaitu 0,5, 1, 1,5, 2 & 2,5 bar. Setiap variasi tekanan maka di ambil contoh temperatur minimal dan maksimal. Mendapatkan temperatur pembakaran dengan tekanan 0,5 bar (80.4 °C - 662.0 °C), 1 bar (80.5 °C - 817.0

°C), 1,5 bar (97.0 °C - 901.0 °C), 2 bar (107.3 °C - 974.0 °C) dan 2,5 bar (118.0 °C - 994.5 °C).

Gambar 4.2, $y = bx + a$, yaitu y diartikan sebagai T (temperatur pembakaran) yang menjadi variabel terikat, x merupakan variabel bebas diartikan P (tekanan udara). Mempunyai batasan yaitu garis yang di hasilkan oleh tekanan udara mulai dari 0,5 sampai 2,5 bar. Apabila perhitungan kurang dari 0,5 dan lebih dari 2,5 maka persamaan garis ini tidak berlaku. a sebagai konstanta dalam gambar tersebut diperoleh sebesar 623,3 maksimal dan 66,04 minimal. b sebagai koefisien regresi yaitu 82,1 maksimal dan 10,2 minimal. R^2 sebagai koefisien determinasi mempunyai nilai antara 0 dan 1 dalam gambar diatas diperoleh sebesar 0,9500 minimal dan 0,9205 maksimal. Persamaan tersebut hanya berlaku mulai dari 0,5 sampai 2,5 bar. R^2 merupakan sumbangan pengaruh tekanan udara (P) terhadap temperatur pembakaran (T) sebesar 95% untuk minimal dan 92,05% maksimal. Jadi semakin tinggi nilai P , maka semakin rendah nilai (T). Nilai 5% minimal dan 7,95% maksimal merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah di buktikan pada persamaan garis gambar 4.2. Untuk semua perhitungan sudah berada di lampiran.

4.2.2 Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Waktu Pembakaran

4.2.2.1 Hasil Penelitian

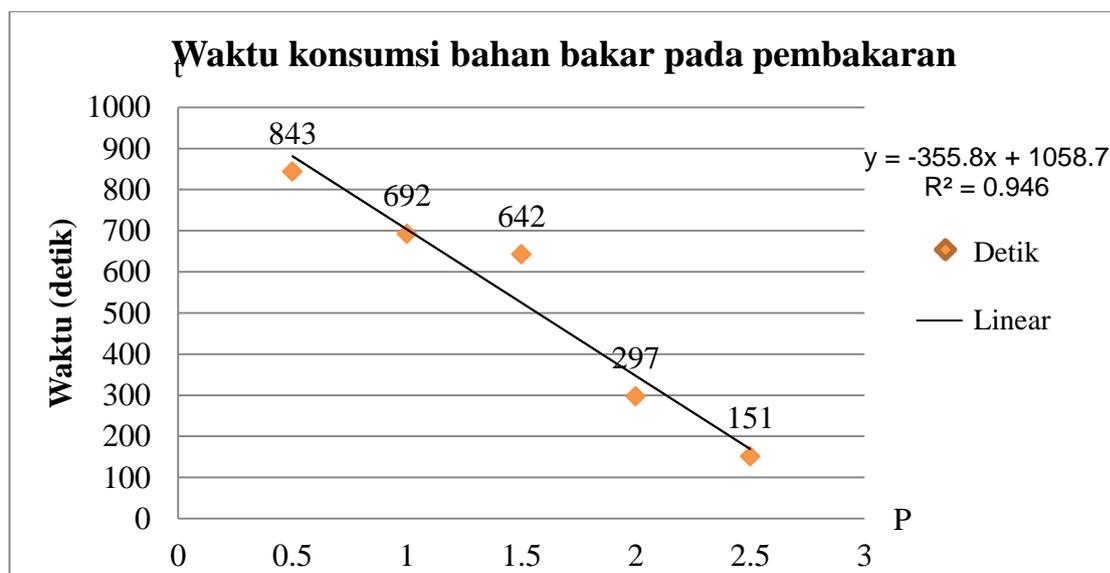
Data variabel penelitian yang sudah di laksanakan untuk mengetahui laju aliran bahan bakar, maka mendapatkam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.4 Uji Waktu Konsumsi Bahan Bakar 0,5 liter Pada Pembakaran

No.	Bahan Bakar (liter)	Tekanan (bar)	Waktu Konsumsi (detik)
1	0,5 liter	0,5 bar	843
2	0,5 liter	1 bar	692
3	0,5 liter	1,5 bar	642
4	0,5 liter	2 bar	297
5	0,5 liter	2,5 bar	151

Berikut merupakan grafik waktu pembakaran dengan berbagai variasi

tekanan:



Gambar 4.3 Pengaruh tekanan terhadap waktu pembakaran

Gambar di atas yaitu y diartikan sebagai t (waktu pembakaran) yang menjadi variabel terikat, x merupakan variabel bebas diartikan P (tekanan udara).

Persamaan tersebut hanya berlaku mulai dari 0,5 sampai 2,5 bar.

4.2.2.2 Pembahasan Penelitian

Tabel 4.4, diketahui setelah tekanan di tentukan guna menghitung laju aliran bahan bakar oli, maka mendapatkan satuan waktu tiap variasi tekanan yang berbeda-beda yaitu tekanan 0,5 bar (843 detik), 1 bar (692 detik), 1,5 bar (642 detik), 2 bar (297 detik), 2,5 bar (151 detik). Setelah volume dan waktu ditentukan untuk mendapatkan debit bahan bakar dilakukan dengan rumus $D = \frac{V}{t}$ maka diperoleh debit sebagai berikut 0,000593, 0,000722, 0,000778, 0,001683 dan 0,003311 liter/detik.

Gambar 4.3, $y = bx + a$, yaitu y diartikan sebagai t (waktu pembakaran) yang menjadi variabel terikat, x merupakan variabel bebas diartikan P (tekanan udara). Mempunyai batasan yaitu garis yang di hasilkan oleh tekanan udara mulai dari 0,5 sampai 2,5 bar. Apabila perhitungan kurang dari 0,5 dan lebih dari 2,5 maka persamaan garis ini tidak berlaku. a sebagai konstanta dalam gambar tersebut diperoleh sebesar 1058,7. b sebagai koefisien regresi yaitu -355,8. R^2 sebagai koefisien determinasi mempunyai nilai antara 0 dan 1 dalam gambar diatas diperoleh sebesar 0,946. Persamaan tersebut hanya berlaku mulai dari 0,5 sampai 2,5 bar. R^2 merupakan sumbangan pengaruh tekanan udara (P) terhadap waktu pembakaran (t) sebesar 94,6%. Jadi semakin tinggi nilai P, maka semakin rendah nilai (t). Nilai 5,4% merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah di buktikan pada persamaan garis gambar 4.3.

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. Untuk semua perhitungan sudah berada di lampiran.

4.3 Temperatur Maksimum Pembakaran Oli Bekas Pada Kompor

Dari penelitian ini, maka di dapatkan hasil dan pembahasan sebagai berikut :

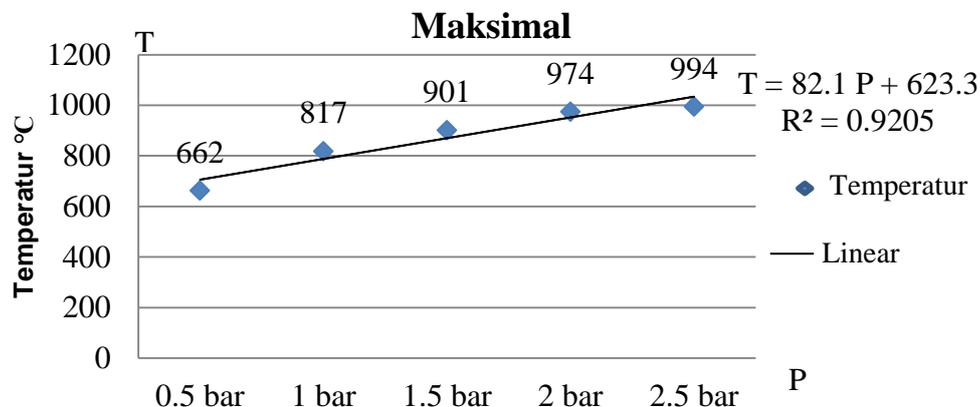
4.3.1 Hasil Penelitian

Data variabel penelitian yang sudah di laksanakan untuk mengetahui temperatur maksimal pembakaran, maka mendapatkan tabel sebagai berikut :

Tabel 4.5 Uji Temperatur Maksimal

No.	Bahan Bakar (liter)	Variasi Tekanan (bar)	Temperatur Maksimal (°C)
1	0,5 liter	0,5 bar	662.0 °C
2	0,5 liter	1 bar	817.0 °C
3	0,5 liter	1,5 bar	901.0 °C
4	0,5 liter	2 bar	974.0 °C
5	0,5 liter	2,5 bar	994.0 °C

Semakin besar tekanan, maka temperatur maksimal yang diperoleh akan meningkat seperti grafik di bawah ini :



Gambar 4.4 Pengaruh tekanan udara terhadap temperatur maksimal

Gambar di atas yaitu y diartikan sebagai T (temperatur pembakaran) yang menjadi variabel terikat, x merupakan variabel bebas diartikan P (tekanan udara). Mempunyai batasan yaitu garis yang di hasilkan oleh tekanan udara mulai dari 0,5 sampai 2,5 bar.

Dari beberapa hasil penelitian, di peroleh kesimpulan data sebagai berikut :

Tabel 4.6 Kesimpulan Hasil Penelitian

No.	Bahan Bakar (liter)	Variasi Tekanan (bar)	Temperatur Maksimal (°C)	Debit bahan bakar (liter/detik)	Waktu Pembakaran (detik)
1	0,5 liter	0,5 bar	662.0 °C	0,000593	843
2	0,5 liter	1 bar	817.0 °C	0,000722	692
3	0,5 liter	1,5 bar	901.0 °C	0,000778	642
4	0,5 liter	2 bar	974.0 °C	0,001683	297
5	0,5 liter	2,5 bar	994.0 °C	0,003311	151

4.3.2 Pembahasan Penelitian

Tabel 4.6, diketahui setelah pembakaran oli bekas dilakukan variasi tekanan maka memperoleh temperatur paling tinggi, langkah pertama menentukan

tekanan 0,5, 1, 1,5, 2 dan 2,5 bar. Dengan bahan bakar sebesar 0,5 liter mendapatkan temperatur maksimal sesuai variasi tekanan yaitu 0,5 bar (662.0 °C), 1 bar (817.0°C), 1,5 bar (901.0 °C), 2 bar (974.0 °C) dan 2,5 bar (994.0 °C), dengan masing-masing mencatatkan waktu yaitu 843 detik, 692 detik, 642 detik, 297 detik dan 151 detik. Jadi temperatur tertinggi di peroleh pada tekanan 2,5 bar dengan waktu pembakaran 151 detik.

Gambar 4.4, $y = bx + a$, yaitu y diartikan sebagai T (temperatur pembakaran) yang menjadi variabel terikat, x merupakan variabel bebas diartikan P (tekanan udara). Mempunyai batasan yaitu garis yang di hasilkan oleh tekanan udara mulai dari 0,5 sampai 2,5 bar. a sebagai konstanta dalam gambar tersebut diperoleh sebesar 623,3. b sebagai koefisien regresi yaitu 82,1. R^2 sebagai koefisien determinasi mempunyai nilai antara 0 dan 1 dalam gambar diatas diperoleh sebesar 0,9205 maksimal. R^2 merupakan sumbangan pengaruh tekanan udara (P) terhadap temperatur pembakaran (T) sebesar 92,05%. Jadi semakin tinggi nilai P , maka semakin rendah nilai (T). Nilai 7,95% merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah di buktikan pada persamaan garis gambar 4.4. Untuk semua perhitungan sudah berada di lampiran.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian sudah selesai dilaksanakan maka memiliki kesimpulan sebagai berikut:

1. Kompor berbahan Oli Bekas memiliki desain rancangan yang berbeda dengan kompor pada umumnya.
2. Kompor berbahan bakar oli bekas dapat divariasikan dengan tekanan udara pada kompresor. Apabila tekanan udara semakin tinggi yaitu 2,5 bar maka bahan bakar cepat habis mencatatkan 151 detik tapi memiliki keuntungan dengan pencapaian temperatur yang lebih tinggi sebesar 994°C. Adapun sebaliknya dengan tekanan udara semakin rendah yaitu 0,5 bar maka bahan bakar lebih lama habis mencatatkan 843 detik tapi memiliki kelemahan dengan temperatur yang semakin rendah sebesar 662°C. Sedangkan laju aliran dapat diketahui dengan menentukan volume bahan bakar ½ liter dibagi dengan waktu tiap masing-masing tekanan udara. Tekanan udara terendah 0,5 bar mendapatkan waktu laju aliran sebesar 0,000593 liter/menit. Sedangkan tekanan udara tertinggi 2,5 bar mendapatkan waktu laju aliran sebesar 0,003311 liter/menit.
3. Kompor menggunakan oli bekas bisa menghasilkan temperatur minimal dan maksimal yang berbeda-beda sesuai dengan variasi tekanan udara. Kompor mendapatkan temperatur maksimal sebesar 994°C dengan tekanan udara 2,5

bar menggunakan kompresor. Selain temperatur maksimal kompor juga memiliki suhu terendah sebesar 80.4 °C dengan tekanan udara 0,5 bar.

5.2 Saran

Berikut saran yang perlu dilakukan yaitu :

Menyempurnakan desain kompor oli bekas karena memiliki kekurangan yang kurang ringkas.

Memvariasikan tekanan udara lebih dari 2,5 bar untuk mendapatkan temperatur yang lebih tinggi. Membesarkan volume bahan bakar agar pembakaran dapat lebih lama di gunakan. Kompor ini belum memiliki emisi gas buang yang sempurna karena menggunakan bahan bakar oli bekas.

Menentukan tekanan sesuai kebutuhan dalam pembakaran agar mendapatkan temperatur dan efisiensi bahan bakar yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnez, J., Jacques, C. 2013. *Experimental Determination of Flash Points of Flammable Liquid Aqueous Solutions. The Italian Association Of Chemical Engineering.*
- Agus, S., Hasan, Maksum., Dwi, S. 2018. Perbandingan Penggunaan Berbagai Jenis Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah. *Automotive Engineering Education Journal*. Vol. 1, No. 2.
- Ahmad, A., Hamri., Fikar, A. 2019. Analisis Nilai Ekonomis Oli Bekas Pada Kompor Bertekanan Berpemanas Awal. *Proposal Usulan Penelitian*. Universitas Muslim Indonesia.
- Akhyar. 2014. Perancangan Dan Pembuatan Tungku Peleburan Logam Dengan Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Seminar Sains&Teknologi*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. ISSN: 2407-1846
- Alan, H., Bonifasius, R., Ludfi, D., Hendi, B. 2014. Pengaruh Oli Bekas Dengan Solar, Minyak Tanah dan Waktu Pemeraman Pada Perkerasan Daur Ulang. *Jurnal Teknik Mesin*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Albertus, L., Isra, N., 2017. Perancangan Sistem Kerja Kompor Ekonomis Dengan Bahan Bakar Oli Bekas. *Jurnal Teknik Industri*. Sekolah Tinggi Teknik Ibnu Sina Batam
- Andreansah. 2017. Klasifikasi Warna Dasar Nyala Api.
- Andy, K. 2015. Pembakaran dan Karakteristik Bahan Bakar Cair. *Jurnal Teknik Fisika*. Jurusan Teknik Fisika ITS, Surabaya.
- Arrifudin. 2016. Pengaruh Pengelolaan Peralatan Praktikum Dan Peran Teknisi Terhadap Prestasi Membubut. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Universitas Negeri Yogyakarta
- Bambang, S., Hermawan, S., Ludfi, D., Hendi, B., 2014. Pengaruh Peremaja Oli Bekas Dan Solar Terhadap Karakteristik Marshall Perkerasan Daur Ulang Dengan Asbuton. *Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Brawijaya Malang

- Chi, Z.,Quanhong, X.,Yuzhen, L., Jing, Z., Yixiang, Y., Chih, J. 2012. *Experimental Characterization of Fuel-Air Mixing in a Multihole Tube*
- Dedy, A, S, P., Budiyo. Syafrudin. 2016. Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau Dari Aspek Lingkungan. *Jurnal Lingkungan*. Universitas Dipenogoro
- Eko, H. 2015. Teknik Analisis Regresi Linier Sederhana Untuk Penelitian Kuantitatif. *Jurnal*. Hal. 3
- Ganda, R., Yulian. 2015. Studi Titik Nyala (Flash Point) Pada Minyak Biodisel Ditambah Cpo Menggunakan Alat Pensky Martyne Closed Tester Di Laboratorium Proses Industri Kimia. *Jurnal Teknik Kimia Industri*. Politeknik Kimia Industri Medan
- I Komang, J., I Ketut, G., Ainul, G. 2017. Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Semburan Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Udayana
- I Nyoman, S. 2017. Daur Ulang Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Diesel Dengan Proses Pemurnian Menggunakan Media Asam Sulfat Dan Natrium Hidroksida. *Jurnal Teknik*. Politeknik Negeri Bali. Vol.17, No.1.
- Laode, A., Muhammad, H., Prinob, A. 2017. Pemanfaatan Minyak Oli Bekas sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Pencampuran Minyak Pirolisis. *Jurnal*. Vol. 2, No.2.
- Maharani, M., Maria, D, B., Ferdy. 2019. Hubungan Cuaca dan Tanaman Pangan Menggunakan Regresi Linear di Kota Tondano. *Jurnal Matematika*. Universitas Sam Ratulangu Manado
- M Hatta, D., Agung, S., Amrina, R., 2014. Pemisahan Oli Bekas Dengan Menggunakan Kolom Filtrasi Dan Membram Keramik Berbahan Baku Zeolit Dan Lempung. *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Sriwijaya
- Naif, F. 2011. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Kinerja Motor Bakar Bensin Jenis Daihatsu Hijet 1000. *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Widyagama Malang

- Petrus, K., Rosita, K. 2017. Prediksi Tingkat Produksi Kopi Menggunakan Regresi Linear. STIKOM Uyelindo
- Popong, E., Gatot, J., Hari, S. 2014. Karakterisasi Thermocouple Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Matlab – Simulink. *Jurnal Teknik Elektro*. Politeknik Negeri Malang
- Prihandana. 2006. Pengaruh Volume Asam dan Waktu Fermentasi pada Pembuatan Bioetanol dan Tandan Kosong Kelapa Sawit.
- PT. Monotaro. *Pressure Gauge*
- PT. Pola Petro, 2017. Apa Yang Dimaksud Dengan Pressure Gauge Pada Dunia Industri
- Rachmat, H. 2008. Penelitian Kestabilan dan Panjang Nyala Api Premix Akibat Variasi Diameter Dalam Ring Menggunakan Gas Propana Pada Bunsen Burner. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Syarifah, Y., Amirul, A., Rosli, A. 2013. *Emissions Of Transesterification Jatropha-Palm Blended Biodiesel*. *Journal*. Procedia Engineering. 68: 265-270.
- Swaluddin., Muhammad, Y., 2016. Perencanaan Kompresor Piston Pada Tekanan Kerja Max 2 N/Mm². *Jurnal Teknim Mesin*. Universitas Muhammadiyah Jakarta
- Wahyu, P. 2007. Pemanfaatan Oli Bekas dengan Pencampuran Minyak Tanah Sebagai Bahan Bakar pada Atomizing Burner. *Jurnal Sains&Teknologi* Vol. 10, No.2.
- Wiratna, S. 2008. *Belajar Mudah SPSS Untuk Penelitian Skripsi, Tesis, Disertasi & Umum*”, Global Media Informasi, Cetakan Pertama, Yogyakarta. Hal. 137.
- Yulkifli., Asrizal., Ruci, A., 2014. Pengukuran Tekanan Udara Menggunakan Dt-SEnse Barometric Pressure Berbasis Sensor Hp03. *Jurnal Sainstek*. Universitas Negeri Padang

Zainal A., Aliyazid, A., Hamri. 2018. Pembuatan Sistem Pompanisasi Berbahan Bakar Gas. *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Muslim Indonesia

Lampiran

Langkah setelah mendapatkan volume dan waktu, untuk menghitung laju aliran menggunakan rumus :

$$D = \frac{V}{t}$$

Dimana : V = Volume

t = Waktu

D = Debit

Untuk menghitung laju aliran setiap tekanan kompresor memiliki waktu yang berbeda – beda sehingga di hitung satu-persatu. Berikut ini data yang diperoleh dari variasi tekanan ½, 1, 1½, 2 dan 2 ½ bar.

1) Tekanan ½ bar

$$D = \frac{V}{t}$$

$$D = \frac{0,5 \text{ liter}}{843 \text{ detik}}$$

$$D = 0,000593$$

Maka debit bahan bakar oli dengan tekanan ½ bar sebesar 0,000593 liter/detik

2) Tekanan 1 bar

$$D = \frac{V}{t}$$

$$D = \frac{0,5 \text{ liter}}{692 \text{ detik}}$$

$$D = 0,000722$$

Maka debit bahan bakar oli dengan tekanan 1 bar sebesar 0,000722 liter/detik

3) Tekanan 1½ bar

$$D = \frac{V}{t}$$

$$D = \frac{0,5 \text{ liter}}{642 \text{ detik}}$$

$$D = 0,000778$$

Maka debit bahan bakar oli dengan tekanan 1½ bar sebesar 0,000778 liter/detik

4) Tekanan 2 bar

$$D = \frac{V}{t}$$

$$D = \frac{0,5 \text{ liter}}{297 \text{ detik}}$$

$$D = 0,001683$$

Maka debit bahan bakar oli dengan tekanan 2 bar sebesar 0,001683 liter/detik

5) Tekanan 2½ bar

$$D = \frac{V}{t}$$

$$D = \frac{0,5 \text{ liter}}{151 \text{ detik}}$$

$$D = 0,003311$$

Maka debit bahan bakar oli dengan tekanan 2½ bar sebesar 0,003311 liter/detik

Dari Gambar 4.1 dimana :

Y= Variabel Akibat (Dependent)

X= Variabel Penyebab (Independent)

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

Nilai-nilai a dan b dapat ditentukan dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$a = \frac{(y) \cdot (x^2) - (x) \cdot (xy)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$b = \frac{n(xy) - (x) \cdot (y)}{n(x^2) - (x)^2}$$

Setelah mendapatkan rumus, langkah selanjutnya pengelompokan data dengan hitung x^2 , y^2 , xy dan total masing-masingnya. Ditentukan y = temperatur maksimal maka mendapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.5 Pengelompokan data dengan y = temperatur maksimal

No	x	y	xy	x^2
1	0,5	662	331	0,25
2	1	817	817	1
3	1,5	901	1351,5	2,25
4	2	974	1948	4
5	2,5	994	2485	6,25
Total	7,5	4348	6932,5	13,75

Hitung a dan b sesuai dengan rumus di atas sebagai berikut :

$$a = \frac{(y) \cdot (x^2) - (x) \cdot (xy)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$a = \frac{(4348) \cdot (7,5^2) - (7,5) \cdot (6932,5)}{n(x^2) - (7,5)^2}$$

$$a = \frac{(4348) \cdot (13,75) - (51993,75)}{5(13,75) - (7,5)^2}$$

$$a = \frac{7791,25}{12,5}$$

$$a = 623,3$$

Lalu menentukan b sebagai berikut :

$$b = \frac{n(xy) - (x) \cdot (y)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$b = \frac{5(6932,5) - (7,5) \cdot (4348)}{5(13,75) - (7,5)^2}$$

$$b = \frac{2052,5}{12,5}$$

$$b = 164,2$$

Maka mendapat model persamaan regresi sebagai berikut :

$$y = a + bx$$

Ditentukan $y =$ temperatur minimal maka mendapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.6 Pengelompokan data dengan $y =$ temperatur minimal

No	x	y	xy	x^2
1	0,5	80,4	40,2	0,25
2	1	80,5	80,5	1
3	1,5	97	145,5	2,25
4	2	107,3	214,6	4
5	2,5	118	295	6,25
Total	7,5	483,2	775,8	13,75

Hitung a dan b sesuai dengan rumus di atas sebagai berikut :

$$a = \frac{(y) \cdot (x^2) - (x) \cdot (xy)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$a = \frac{(483,2) \cdot (7,5^2) - (7,5) \cdot (775,8)}{n(x^2) - (7,5)^2}$$

$$a = \frac{(483,2) \cdot (13,75) - (5818,5)}{5(13,75) - (7,5)^2}$$

$$a = \frac{825,5}{12,5}$$

$$a = 66,04$$

Lalu menentukan b sebagai berikut :

$$b = \frac{n(xy) - (x) \cdot (y)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$b = \frac{5(775,8) - (7,5) \cdot (483,2)}{5(13,75) - (7,5)^2}$$

$$b = \frac{255}{12,5}$$

$$b = 20,4$$

Maka mendapat model persamaan regresi sebagai berikut : $y = a + bx$

Dari Gambar 4.2 maka dimana :

Y= Variabel Akibat (Dependent)

X= Variabel Penyebab (Independent)

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

Nilai-nilai a dan b dapat ditentukan dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$a = \frac{(y) \cdot (x^2) - (x) \cdot (xy)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$b = \frac{n(xy) - (x) \cdot (y)}{n(x^2) - (x)^2}$$

Setelah mendapatkan rumus, langkah selanjutnya pengelompokan data dengan hitung x^2 , y^2 , xy dan total masing-masingnya. Ditentukan y = waktu pembakaran maka mendapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.7 Pengelompokan data dengan y = waktu pembakaran

No	x	y	xy	x ²
1	0,5	14	7	0,25
2	1	11	11	1
3	1,5	10	15	2,25
4	2	4	8	4
5	2,5	4	10	6,25
Total	7,5	43	51	13,75

Hitung a dan b sesuai dengan rumus di atas sebagai berikut :

$$a = \frac{(y) \cdot (x^2) - (x) \cdot (xy)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$a = \frac{(43) \cdot (7,5^2) - (7,5) \cdot (51)}{n(x^2) - (7,5)^2}$$

$$a = \frac{(43) \cdot (13,75) - (382,5)}{5(13,75) - (7,5)^2}$$

$$a = \frac{208,75}{12,5}$$

$$a = 16,7$$

Lalu menentukan b sebagai berikut :

$$b = \frac{n(xy) - (x) \cdot (y)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$b = \frac{5(51) - (7,5) \cdot (43)}{5(13,75) - (7,5)^2}$$

$$b = \frac{-67,5}{12,5}$$

$$b = -5,4$$

Maka mendapat model persamaan regresi sebagai berikut :

$$y = a + bx$$

Dari Gambar 4.3 maka dimana :

Y= Variabel Akibat (Dependent)

X= Variabel Penyebab (Independent)

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

Nilai-nilai a dan b dapat ditentukan dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$a = \frac{(y) \cdot (x^2) - (x) \cdot (xy)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$b = \frac{n(xy) - (x) \cdot (y)}{n(x^2) - (x)^2}$$

Setelah mendapatkan rumus, langkah selanjutnya pengelompokan data dengan hitung x^2 , y^2 , xy dan total masing-masingnya. Ditentukan y = temperatur maksimal maka mendapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.8 Pengelompokan data dengan y = temperatur maksimal

No	x	y	xy	x^2
1	0,5	662	331	0,25
2	1	817	817	1
3	1,5	901	1351,5	2,25
4	2	974	1948	4
5	2,5	994	2485	6,25
Total	7,5	4348	6932,5	13,75

Hitung a dan b sesuai dengan rumus di atas sebagai berikut :

$$a = \frac{(y) \cdot (x^2) - (x) \cdot (xy)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$a = \frac{(4348) \cdot (7,5^2) - (7,5) \cdot (6932,5)}{n(x^2) - (7,5)^2}$$

$$a = \frac{(4348) \cdot (13,75) - (51993,75)}{5(13,75) - (7,5)^2}$$

$$a = \frac{7791,25}{12,5}$$

$$a = 623,3$$

Lalu menentukan b sebagai berikut :

$$b = \frac{n(xy) - (x) \cdot (y)}{n(x^2) - (x)^2}$$

$$b = \frac{5(6932,5) - (7,5) \cdot (4348)}{5(13,75) - (7,5)^2}$$

$$b = \frac{2052,5}{12,5}$$

$$b = 164,2$$

Maka mendapat model persamaan regresi sebagai berikut :

$$y = a + bx$$