



**PENGARUH VARIASI TEKANAN UDARA TERHADAP  
WAKTU KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN SIFAT  
NYALA API PEMBAKARAN OLI BEKAS PADA  
KOMPOR (*BURNER*)**

**Skripsi**

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

**Oleh**

**Yohan Widhi Atmojo**

**NIM.5201415008**

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2020**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Yohan Widhi Atmojo

NIM : 5201415008

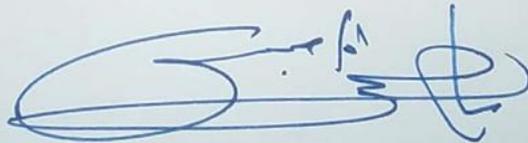
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Judul : PENGARUH VARIASI TEKANAN UDARA TERHADAP  
WAKTU KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN SIFAT NYALA  
API PEMBAKARAN OLI BEKAS PADA KOMPOR (*BURNER*)

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

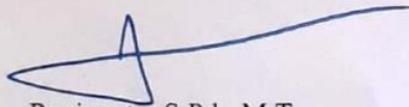
Skripsi/TA dengan judul “Pengaruh Variasi Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar dan Sifat Nyala Api Pembakaran Oli Bekas pada Kompor (*Burner*)” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi/TA Fakultas Teknik UNNES pada:

Oleh

Nama : Yohan Widhi Atmojo  
NIM : 5201415008  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Panitia:

Ketua



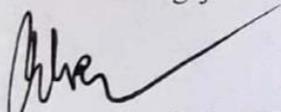
Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



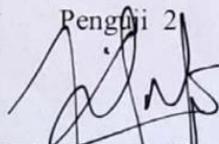
Dr. Ir Rahmat Doni Widodo S.T., M.T. IPP  
NIP. 197509272006041002

Penguji 1



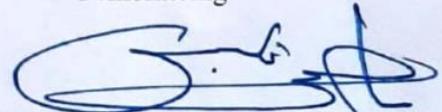
Dr. Wirawan Sumbodo, MT.  
NIP. 196601051990021002

Penguji 2



Kriswanto, S.Pd, M.T.  
NIP.198609032015041001

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

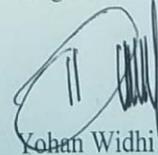
## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, 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,



Yohan Widhi Atmojo

Nim.5201415008

## **MOTTO**

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,  
sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah : 5-6)

*‘Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapa pun, karena yang menyukaimu tidak butuh itu. Dan yang membencimu tidak percaya itu.’*

*(Ali bin Abi Thalib)*

## **PERSEMBAHAN**

1. Ayah dan ibu yang penulis sayangi dan hormati, yang telah membimbing secara moral dan material serta menjadi penyemangat penulis untuk menyelesaikan skripsi.
2. Putri dan Naufal, kedua adikku yang sangat ku sayangi dan menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPM ASEAN Eng, Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. dan Kriswanto, S.Pd, M.T selaku dosen pembimbing dan penguji yang telah membantu dan membimbing secara baik dan sabar.
4. Teman-teman Pendidikan Teknik Mesin Angkatan 2015.
5. Teman-teman Alumni Mul Kos.
6. Teman-teman Let's Care Foundation.

## ABSTRAK

**Yohan Widhi Atmojo. 2020.** Pengaruh Variasi Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar dan Sifat Nyala Api Pembakaran Oli Bekas pada Kompor (*Burner*). Pembimbing: Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPM ASEAN Eng. Pendidikan Teknik Mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tekanan udara terhadap waktu konsumsi bahan bakar dan sifat nyala api pada pembakaran oli bekas. Ditinjau dari segi kecepatan konsumsi bahan bakar, pembakaran oli bekas konsumsinya cenderung lambat karena oli bekas harus mencapai titik tertentu agar dapat terbakar. Ditinjau dari sifat nyala api, biasanya pembakaran oli bekas tidak menunjukkan pembakaran sempurna yang warna nyala api cenderung biru, bahkan bisa berwarna keputih-putihan

Metode penelitian yang dipakai pada penelitian kali ini adalah metode eksperimen, yang bertujuan mengetahui sebab dan akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan oleh peneliti. Pembakaran oli bekas menggunakan variasi tekanan udara 1, 1.5, 2, 2.5 dan 3 bar. Pengujian waktu konsumsi bahan bakar dilakukan menggunakan *stopwatch* pada variasi yang telah ditentukan, yang dimulai ketika api menyala sampai habis bahan bakarnya. Pengujian sifat nyala api meliputi: panjang nyala api, visualisasi api dan uji temperatur juga dilakukan pada variasi tekanan udara 1, 1.5, 2, 2.5 dan 3 bar. Panjang nyala api dilihat dengan menggunakan penggaris yang sudah ditempatkan, untuk visualisasi api dilakukan pengambilan gambar menggunakan kamera DSLR Canon EOS 1300D, untuk uji temperatur diambil data dengan menggunakan termokopel tipe K. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan statistic deskriptif.

Pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tekanan udara maka semakin cepat/ rendah waktu konsumsi bahan bakar yang diperlukan. Tekanan 3 bar merupakan waktu tercepat untuk menghabiskan 1 liter oli bekas dengan waktu 237 detik. Sementara waktu terlama yaitu 1212 detik pada tekanan 1 bar. semakin tinggi tekanan udara maka semakin tinggi panjang nyala api yang dihasilkan dan semakin tinggi tekanan udara maka temperatur yang dihasilkan juga tinggi. Nyala api yang paling stabil pada tekanan 3 bar dengan temperatur maksimal mencapai 1154 °C dan panjang lidah api 1.57 m. sementara nyala api pada tekanan 1 bar tidak stabil dengan temperatur maksimal 820 °C dengan panjang lidah api 0.83 m.

**Kata kunci** : oli bekas, tekanan udara, waktu konsumsi, sifat nyala api.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat serta hidayah-Nya dan tak lupa sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar dan Sifat Nyala Api Pembakaran Oli Bekas pada Kompor (*Burner*)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan FT Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian dan memberikan kemudahan pelayanan administrasi dan penyusunan skripsi.
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan kemudahan pelayanan administrasi dalam penyusunan skripsi.
3. Dr., Ir. Basyirun S.Pd., M.T., IPM ASEAN Eng, selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing penulis dengan penuh semangat, kesabaran dan saran-saran bermakna.
4. Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. dan Kriswanto, S.Pd, M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan - masukan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

5. R. Ambar Kuntoro Mursit Gendroyono, A.Md. dan Imam Sukoco, SST.  
Selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan bantuan selama penelitian.
6. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Mesin atas seluruh ilmu dan bekal yang berharga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman kelompok skripsi perancangan Kompor Oli Bekas.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak bisa saya sebutkan 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

Yohan Widhi Atmojo  
5201415008

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Kajian Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori .....	9

2.2.1	Tekanan Udara .....	9
2.2.2	Debit (Q) .....	10
2.2.3	Nyala Api .....	12
2.2.4	Sifat Fisik Bahan Bakar Cair.....	17
2.2.5	Oli Bekas .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>22</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.2	Desain Penelitian .....	22
3.3	Alat dan Bahan Penelitian .....	22
3.3.1	Alat Penelitian.....	22
3.3.2	Bahan Penelitian.....	23
3.4	Parameter Penelitian.....	23
3.4.1	Variabel Bebas .....	23
3.4.2	Variabel Terikat .....	24
3.4.3	Variabel Kontrol.....	24
3.5	Teknik Pengumpulan Data .....	25
3.5.1	Diagram Alir .....	26
3.5.2	Instalasi Penelitian .....	26
3.5.3	Proses Penelitian .....	27
3.5.4	Data Penelitian .....	31
3.6	Kalibrasi Penelitian .....	32
3.7	Teknik Analisis Data .....	33
3.7.1	Analisis Regresi .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>37</b>
4.1	Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar	37

4.1.1	Hasil Penelitian .....	37
4.1.2	Pembahasan.....	38
4.2	Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Sifat Nyala Api yang Meliputi Warna, Panjang dan Temperatur.....	39
4.2.1	Hasil Penelitian .....	39
4.2.2	Pembahasan.....	40
4.2.3	Hasil Penelitian .....	42
4.2.4	Pembahasan.....	43
4.2.5	Hasil Penelitian .....	44
4.2.6	Pembahasan.....	44
4.2.7	Hasil Penelitian .....	45
4.2.8	Pembahasan.....	46
4.2.9	Hasil Penelitian .....	46
4.2.10	Pembahasan.....	47
4.2.11	Hasil Penelitian .....	48
4.2.12	Pembahasan.....	48
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>50</b>
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Analisa Logam Oli Bekas.....	20
Tabel 2.2 Viskositas Beberapa Jenis Fluida.....	21
Tabel 3.1 Instrumen Hasil Perhitungan Waktu Konsumsi.....	31
Tabel 3.2 Instrumen Hasil Pengujian Nyala Api .....	32
Tabel 4.1 Data Waktu Konsumsi Bahan Bakar .....	37
Tabel 4.2 Waktu Konsumsi Bahan Bakar .....	38
Tabel 4.3 Panjang Nyala Api .....	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran Laminer .....	12
Gambar 2.2 Aliran Turbulen .....	12
Gambar 2.3 Api Merah .....	14
Gambar 2.4 Api Biru .....	14
Gambar 2.5 Api Putih .....	15
Gambar 2.6 Prinsip Kerja Termokopel .....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar 3.2 Instalasi Penelitian.....	27
Gambar 3.3 Desain Kompor ( <i>burner</i> ).....	27
Gambar 3.4 Desain Bagian Utama Kompor .....	28
Gambar 3.5 Desain Penutup Kompor .....	28
Gambar 3.6 Desain Spuyer .....	28
Gambar 3.7 Desain <i>Nozzle</i> .....	29
Gambar 3.8 Desain Pipa L Penghubung Kompresor .....	29
Gambar 3.9 Pengujian Kompor.....	30
Gambar 4.1 Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar.....	38
Gambar 4.2 Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Panjang Nyala Api.....	39
Gambar 4.3 Pengaruh Tekanan 1 Bar pada Menit 1, 2 dan 3 Terhadap Temperatur.....	43
Gambar 4.4 Pengaruh Tekanan 1.5 Bar pada Menit ke 1, 2 dan 3 Terhadap Temperatur .....	44
Gambar 4.5 Pengaruh Tekanan 2 Bar pada Menit ke 1, 2 dan 3 Terhadap Temperatur .....	45
Gambar 4.6 Pengaruh Tekanan 2.5 Bar pada Menit Ke 1, 2 dan 3 Terhadap Temperatur .....	47
Gambar 4.7 Pengaruh Tekanan 3 Bar pada Menit Ke 1, 2 dan 3 Terhadap Temperatur .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penetapan Dosen Pembimbing.....	54
Lampiran 2. Persetujuan Seminar Proposal.....	55
Lampiran 3. Daftar Menghadiri Seminar Proposal.....	56
Lampiran 4. Berita Acara Seminar Proposal.....	57
Lampiran 5. Surat Tugas Dosen Penguji.....	58
Lampiran 6. Pernyataan Selesai Revisi Proposal.....	59
Lampiran 7. Desain Kompor ( <i>burner</i> ).....	60
Lampiran 8. Hasil Waktu Konsumsi Bahan Bakar.....	63
Lampiran 9. Hasil Uji Sifat Nyala Api.....	64
Lampiran 10. Hasil Pengukuran Temperatur.....	65
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian.....	68

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

$Q$	=	Debit Aliran Fluida ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
$V$	=	Volume Fluida ( $\text{m}^3$ )
$T$	=	Waktu (s)
$A$	=	Luas Penampang Aliran ( $\text{m}^2$ )
$v$	=	Kecepatan Aliran Fluida (m/s)
$Y$	=	Variabel terikat
$X$	=	Variabel independen
$a$	=	Konstanta
$b$	=	Koefisien variabel regresi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Oli bekas sebagai bahan bakar alternatif menimbulkan sejumlah permasalahan. Ditinjau dari segi kecepatan konsumsi bahan bakar, pembakaran oli bekas konsumsinya cenderung lambat. Hal ini juga menimbulkan pembakaran yang lambat dikarenakan oli bekas harus mencapai titik tertentu agar dapat terbakar. Oli bekas harus dimanfaatkan karena jika terbuang terus menerus ke lingkungan akan merusak lingkungan. Limbah atau residu oli bekas mengandung sisa hasil pembakaran yang bersifat asam, korosif, deposit dan mengandung logam berat yang bersifat karsinogenik meliputi kontaminan utama organik dan non organik (Zain, dkk. 2014).

Ditinjau dari sifat nyala api, biasanya pembakaran oli bekas tidak menunjukkan pembakaran sempurna. Pembakaran sempurna warna nyala api cenderung biru, bahkan bisa berwarna keputih-putihan. Nyala api muncul akibat adanya pembakaran oli bekas. Pembakaran sempurna yaitu pembakaran yang hampir semua zat-zat yang terkandung pada bahan bakar terbakar. Semakin banyak zat-zat yang tidak terbakar, maka semakin tidak sempurna proses pembakaran tersebut. Semakin tidak sempurna proses pembakaran tersebut maka akan menimbulkan banyak gas buang. Semakin banyak asap yang ditimbulkan, maka semakin banyak lingkungan yang tercemar.

Pengelolaan oli bekas sebagai bahan bakar akan mengurangi pencemaran lingkungan karena setelah habis digunakan oli tidak langsung dibuang, namun bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif untuk mengurangi dan menghemat penggunaan gas. Sebagai alternatif pengganti gas, oli bekas saat ini bisa digunakan untuk bahan bakar tungku pengecoran logam. Pembakaran oli bekas menimbulkan polusi dari gas buang yang dihasilkan. Limbah dan gas buang yang dihasilkan akan menjadi persoalan yang akan mengganggu keberlangsungan hidup lingkungan jika tidak diolah. Pelumas bekas atau limbah pelumas mengandung logam berat, kotoran seperti abu, aspal, air dan pengotor lain yang terbentuk di dalam mesin selama proses pelumasan (Hasyim, 2016: 12).

Semakin tinggi konsumsi bahan bakar, maka sifat nyala api yang dihasilkan akan cenderung gelap/hitam dan menimbulkan asap. Hal ini dapat terjadi dikarenakan proses pembakaran yang tidak sempurna. Pembakaran oli bekas biasanya menimbulkan polusi dari asap yang dikeluarkan. Oleh karena itu, oli bekas yang digunakan sebagai bahan bakar perlu adanya sebuah alat untuk memampatkan oli bekas tersebut. Sehingga oli bekas secara optimum bisa termampatkan.

Penulis tertarik untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perbandingan variasi tekanan udara untuk waktu konsumsi bahan bakar dan sifat nyala api yang akan dihasilkan pada proses pembakaran. Berdasarkan uraian diatas, penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar dan Sifat Nyala Api Pembakaran Oli Bekas pada Kompor (*Burner*)”.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Penyebab besarnya konsumsi bahan bakar yang digunakan pada proses pembakaran oli bekas salah satunya adalah tingginya tekanan udara dari kompresor menuju kompor. Semakin tinggi tekanan udara yang diberikan maka akan semakin boros juga konsumsi bahan bakarnya. Semakin lama pembakaran tentu akan menghemat penggunaan bahan bakar yang digunakan.

Viskositas juga termasuk penyebab tingginya konsumsi bahan bakar. Semakin rendah tingkat viskositas oli bekas, maka akan semakin tinggi konsumsi bahan bakar. Hal ini bisa terjadi dikarenakan oli yang encer akan lebih mudah mengalir daripada oli yang kental, karena mudah dialirkan maka konsumsi bahan bakar semakin boros.

Kompor (*burner*) yang telah dirancang mempunyai tabung yang dapat diisi dengan 2,8 liter oli bekas. Disini akan diteliti berapa waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar dengan berbagai variasi tekanan udara yang diberikan.

Sifat nyala api yang ditimbulkan dari berbagai variasi tekanan udara yang diberikan pasti akan juga berbeda satu dengan yang lain. Semakin tinggi tekanan udara yang diberikan maka akan semakin besar juga api yang ditimbulkan.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Banyaknya penyebab yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan sifat nyala api pembakaran oli bekas pada kompor gas, maka penelitian ini dibatasi pada pengaruh variasi tekanan udara, dengan ketentuan:

1. Menggunakan variasi tekanan 1, 1.5, 2, 2.5 dan 3 Bar.
2. Menggunakan bahan bakar oli bekas 1 liter tiap satu variasi.
3. Menggunakan oli bekas hasil pelumasan mesin di bengkel mesin Universitas Negeri Semarang dengan viskositas yang tidak terukur.
4. Hanya menghitung waktu konsumsi dan temperatur, tidak menghitung AFR.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

1. Seberapa besar pengaruh variasi tekanan udara terhadap waktu konsumsi yang diperlukan untuk menghabiskan 1 liter oli bekas pada tekanan 1, 1.5, 2, 2.5 dan 3 Bar?
2. Seberapa besar pengaruh variasi tekanan udara terhadap sifat nyala api yang meliputi warna, panjang dan temperatur?

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis pengaruh variasi tekanan udara terhadap waktu konsumsi yang diperlukan untuk menghabiskan 1 liter oli bekas pada tekanan 1, 1.5, 2, 2.5 dan 3 Bar.
2. Menganalisis pengaruh variasi tekanan udara terhadap sifat nyala api yang meliputi warna, panjang dan temperatur.

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat untuk kampus :

1. Dapat digunakan sebagai kompor (*burner*) untuk pengecoran logam.
2. Dapat menjadi pengembangan dari alat yang sudah ada di kampus.

Manfaat untuk industri :

1. Dapat dijadikan bekal pelatihan untuk bekerja didunia industri.
2. Dapat dimasukkan cv pekerjaan untuk mendaftar di industri.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Kajian Pustaka

Hasan (2014), melakukan penelitian tentang perancangan dan pembuatan tungku peleburan logam dengan pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar. Metode yang digunakan adalah perlakuan *atomizing* pada oli bekas sehingga mudah terbakar. Hasil yang didapatkan yaitu oli bekas dapat diatomizing melalui tekanan udara menggunakan kompresor dengan menggunakan bahan bakar lain (solar) sebagai pemanasan awal. Pada penelitian ini, peleburan logam aluminium 1 kg dilakukan selama 50 menit 32 detik. Oli bekas sebagai bahan bakar yang terpakai dalam proses peleburan 1 kg aluminium adalah  $\frac{1}{2}$  liter. Relevansi dari penelitian ini yaitu penggunaan bahan bakar oli bekas yang nantinya digunakan sebagai bahan bakar kompor untuk tungku pengecoran logam dan penggunaan kompresor untuk menghasilkan tekanan udara yang nantinya akan divariasikan sesuai kebutuhan. Keterbaruan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu tidak menggunakan bahan bakar (solar) sebagai pemanasan awal dan meneliti bagaimana sifat nyala api dan temperaturnya.

Supriyanto (2007), melakukan penelitian tentang pengaruh kecepatan udara terhadap pembakaran oli bekas dan untuk mengetahui *Air-Fuel Ratio* pembakaran. Pembakaran oli bekas dimanfaatkan untuk mencairkan aluminium. Dimana pembakaran oli bekas menggunakan *air-atomizing burner* dengan 7 variasi kecepatan udara (0, 2, 4, 6, 8, 10 dan 12m/s) yang dialirkan dari blower.

Komposisi bahan bakar oli bekas 70%, minyak tanah 30% dengan tekanan konstan 2 bar. Dalam pengujian pembakaran, panjang dan warna nyala api diamati secara visual dan diukur secara manual. Temperatur nyala api juga diukur pada daerah pangkal, tengah dan ujung. Hasil pengujian ini diamati dalam hal temperatur dalam tungku, konsumsi bahan bakar dan lama waktu aluminium mencair. Relevansi dari penelitian ini yaitu waktu konsumsi bahan bakar oli bekas. Pembaruan dari penelitian ini yaitu tidak menggunakan campuran minyak tanah sebagai bahan bakarnya, temperatur yang diukur adalah temperatur nyala api dan meneliti sifat nyala apinya.

Asidu, dkk (2016), melakukan penelitian tentang pemanfaatan minyak oli bekas sebagai bahan bakar alternatif dengan pencampuran minyak pirolisis. Dalam pengujian tersebut, dilakukan 4 persentase percampuran antara minyak oli bekas dan minyak pirolisis guna mengetahui terbentuknya nyala api dan temperatur api. Minyak oli bekas 10% : minyak pirolisis 90% menghasilkan panjang nyala api 20 cm dan temperatur 270,6 °C. Minyak oli bekas 20% : minyak pirolisis 80% menghasilkan panjang nyala api 20 cm dan temperatur 317,8 °C. Minyak oli bekas 30% : minyak pirolisis 70% menghasilkan panjang nyala api 21 cm dan temperatur 348,2 °C. Minyak oli bekas 40% : minyak pirolisis 60% menghasilkan panjang nyala api 20 cm dan temperatur 366,6 °C.

Dapat diketahui dari penelitian tersebut bahwa semakin meningkatnya persentase minyak oli bekas maka temperatur yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Warna api yang dihasilkan dari uji pembakaran tersebut cenderung merah kekuning-kuningan. Relevansi dari penelitian ini yaitu meneliti tentang sifat nyala

api yang meliputi panjang dan temperaturnya. Keterbaruan dari penelitian ini yaitu hanya menggunakan bahan bakar oli bekas saja tanpa campuran bahan bakar lain yaitu minyak pirolisis seperti penelitian yang telah ada, menggunakan kompresor sebagai penghasil tekanan udara yang akan divariasikan dan meneliti waktu konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghabiskan 1 liter oli bekas pada berbagai variasi.

Asidu, dkk (2016), melakukan penelitian tentang pemanfaatan minyak oli bekas sebagai bahan bakar alternatif dengan pencampuran minyak pirolisis. Dalam pengujian tersebut, nilai masa jenis dari minyak oli bekas cenderung bertambah pada tiap persentase campurannya dan untuk masa jenis minyak pirolisis cenderung berkurang nilai persentase campurannya, hal ini disebabkan nilai masa jenis minyak oli bekas lebih tinggi dari minyak pirolisis. Ditinjau dari viskositas minyak oli bekas dan minyak pirolisis, keduanya mengalami peningkatan nilai viskositasnya. Hal ini menyebabkan persentase pencampuran minyak oli bekas pada tiap persentase cenderung semakin bertambah, sedangkan minyak pirolisis cenderung berkurang persentase percampurannya karena nilai viskositas minyak oli bekas lebih tinggi dibandingkan minyak pirolisis. Ditinjau dari segi laju aliran (debit) minyak oli bekas dan minyak pirolisis pada tiap persentase pencampurannya mengalami penurunan laju aliran bahan bakarnya. Disini nilai viskositas juga mempengaruhi laju aliran bahan bakar, karena kekentalan minyak oli bekas lebih tinggi dari minyak pirolisis, maka laju alirannya menjadi lebih lambat dibandingkan dengan minyak pirolisis.

Keterbaruan dari penelitian ini yaitu menggunakan tekanan udara sebagai proses *atomizing* dengan menggunakan kompresor dan tidak meneliti masa jenis yang terkandung dan nilai viskositas antara minyak oli bekas dan minyak pirolisis.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Tekanan Udara

Tekanan udara adalah tenaga yang bekerja menggerakkan masa udara dalam setiap satuan luas tertentu. Tekanan udara diukur dengan menggunakan barometer,  $1 \text{ bar} = 1,01972 \text{ kg/cm}^2$  yang artinya massa benda dapat menerapkan gaya pada luas permukaan skala yaitu gaya kilogram per meter persegi (centimeter). *Pressure gauge* adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan fluida (gas atau *liquid*), satuannya berupa *psi* (*pound per square inch*), bar dan *atm* (*atmosphere*). Tekanan udara berpengaruh terhadap waktu konsumsi bahan bakar dan sifal nyala api pembakaran oli bekas. Untuk dapat membakar oli bekas diperlukan tekanan udara untuk mengubah sifat fisik oli bekas yaitu cair, menjadi bentuk gas agar bisa digunakan sebagai bahan bakar.

Pada penelitian ini, pemberian tekanan udara dengan menggunakan kompresor. Kompresor adalah alat yang digunakan untuk pemampatan udara/ alat penghasil udara. Dalam kompresor terdapat *Pressure gauge*, yang digunakan untuk memantau tekanan udara dan gas dalam kompresor. Untuk mengubah oli dari cair menuju gas, diperlukan proses *atomizing*. Menurut Hasan (2014: 4), *atomizing* atau pengkabutan dapat dilakukan menggunakan udara bertekanan

yaitu dengan kompresor, sehingga terdapat dua selang yang mengarah ke ruang pencampuran yaitu selang oli dan selang kompresor.

Ketika oli sudah berhasil dimampatkan oleh bantuan kompresor, selanjutnya akan terbentuk gas yang bisa menimbulkan pembakaran. menurut Istanto dan Juvana (2007), pembakaran *stoichiometri* adalah pembakaran dimana bahan bakar terbakar sempurna dengan jumlah udara teori, yaitu apabila:

1. Tidak ada bahan bakar yang belum terbakar (semua unsur karbon C, menjadi karbondioksida  $\text{CO}_2$  dan semua unsur Hidrogen H menjadi air  $\text{H}_2\text{O}$ ).
2. Tidak ada oksigen didalam produk.

Penyebab proses pembakaran menjadi tak sempurna, yaitu dimana ditandai dengan terbentuknya C,  $\text{H}_2$ , CO, OH atau unsur lain dalam produk pembakaran:

1. Kekurangan oksigen ( $\text{O}_2$ ).
2. Kurangnya kualitas campuran.
3. Terjadi disosiasi (peruraian gas produk karena suhu tinggi) .

### 2.2.2 Debit (Q)

Debit adalah jumlah zat cair/ fluida yang mengalir tiap satuan waktu. Pada penelitian ini meneliti waktu konsumsi bahan bakar oli bekas. Berapa waktu yang

dibutuhkan untuk menghabiskan 1 liter oli bekas dengan temperatur yang bervariasi yakni tekanan udara 2, 2.5, 3, 3.5 dan 4 bar. Setelah diketahui waktu konsumsi bahan bakar oli bekas tersebut, maka debit bisa dihitung. Rumus debit (Q) umumnya ada dua, yaitu :

$$Q = \frac{V}{T} \quad (1)$$

$$Q = A \cdot v \quad (2)$$

Keterangan:

$Q$  = Debit Aliran Fluida ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$V$  = Volume Fluida ( $\text{m}^3$ )

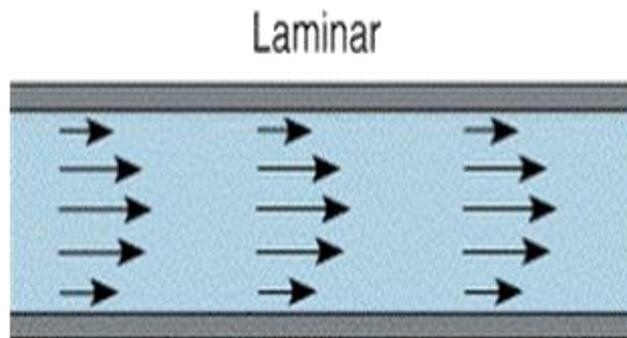
$T$  = Waktu (s)

$A$  = Luas Penampang Aliran ( $\text{m}^2$ )

$v$  = Kecepatan Aliran Fluida (m/s)

Jenis aliran fluida dibagi menjadi dua, yaitu :

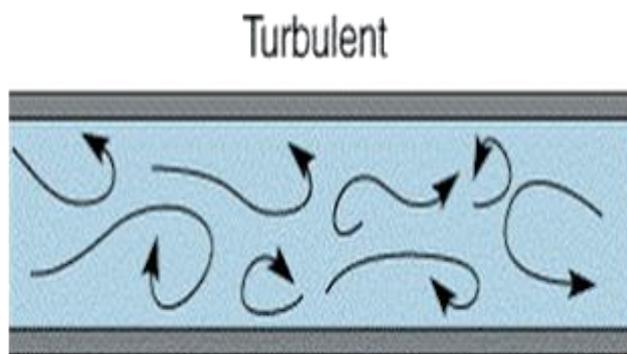
- a. Aliran laminar adalah aliran fluida yang meluncur bersamaan dengan aliran fluida di sebelahnya, setiap jalur aliran fluida tidak berseberangan dengan jalur lainnya. Aliran laminar adalah aliran ideal dan terjadi pada aliran fluida dengan kecepatan rendah. Botero (2018) api difusi co-flow laminar telah digunakan secara luas untuk mempelajari pembentukan jelaga, karena telah menunjukkan analog sederhana dari praktik sistem pembakaran yang lebih kompleks.



Gambar 2. 1 Aliran Laminer

(Sumber: [khammal.blogspot.com/2014/01/aliran-laminer-dan-turbulen.?m=1](http://khammal.blogspot.com/2014/01/aliran-laminer-dan-turbulen.?m=1))

- b. Aliran turbulen adalah aliran fluida yang tidak meluncur bersamaan dengan aliran fluida di sebelahnya, setiap jalur aliran fluida dapat bersebrangan dengan jalur lainnya. Aliran turbulen ditandai dengan adanya pusaran-pusaran air (*vortex*) dan terjadi jika kecepatan alirannya tinggi.



Gambar 2. 2 Aliran Turbulen

(Sumber: [khammal.blogspot.com/2014/01/aliran-laminer-dan-turbulen.?m=1](http://khammal.blogspot.com/2014/01/aliran-laminer-dan-turbulen.?m=1))

### 2.2.3 Nyala Api

Dalam proses pembakaran, bahan bakar dan udara bercampur dan terbakar dan pembakarannya bisa menimbulkan nyala api maupun tidak. Pengujian nyala

api pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui warna, panjang dan temperatur yang dihasilkan dari berbagai variasi tekanan udara yang diberikan. Ada 2 faktor yang mempengaruhi nyala api, yakni faktor fisika (suhu) dan faktor kimia (zat-zat yang terbakar).

Dilihat dari faktor fisika (suhu) diketahui bahwa semakin tinggi suhunya maka warna api akan semakin biru keputih-putihan. Jadi api yang berwarna biru keputih-putihan lebih panas daripada api yang berwarna merah. Dilihat dari faktor kimia (zat-zat yang terbakar) oli bekas memiliki berbagai macam kandungan yang bisa menghambat proses pembakaran.

Terdapat 2 tipe nyala api yaitu nyala api *premix (Premixed Flame)* dan nyala api difusi (*Diffusion Flame*). Nyala api *premix* yaitu api yang dihasilkan ketika bahan bakar bercampur dengan oksigen yang telah bercampur sempurna sebelum pemberian sumber api. Umumnya warna nyala api *premix* berwarna biru. Nyala api difusi yaitu api yang dihasilkan ketika bahan bakar dan oksigen bercampur dan penyalaan dilakukan secara bersamaan. Nyala api difusi cenderung lebih lama nyala apinya dan menghasilkan asap yang lebih banyak daripada nyala api *premix*. Menurut Tang (2018) dalam skenario pembakaran, bahan bakar yang tidak terbakar terlalu dekat dengan permukaan kompor (burner) dan dibawa ke arah angin. Sisi bawah kompor biasanya panas lebih dulu. Kedua faktor tersebut bisa mempengaruhi penyebaran nyala api tetapi efeknya mungkin tidak sama.

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

### 1. Api Merah



Gambar 2. 3 Api Merah (Sumber: [www.altirai.com](http://www.altirai.com))

Api merah/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  $1000^{\circ}\text{C}$ . Api ini merupakan bagian terluar dari matahari.

### 2. Api Biru



Gambar 2. 4 Api Biru (Sumber: [www.altirai.com](http://www.altirai.com))

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

### 3. Api Putih



Gambar 2. 5 Api Putih (Sumber: [www.altirai.com](http://www.altirai.com))

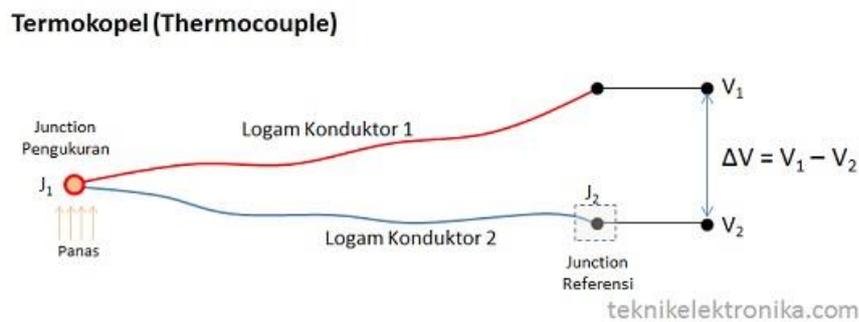
Api warna putih memang jarang atau susah dilihat dengan mata langsung. Api ini memiliki suhu diatas 2000 °C. Karena tingkat kepanasannya yang tinggi api jenis ini biasa digunakan di dalam dunia perindustrian.

Semakin lama api menyala konstan maka efisiensinya semakin tinggi (Budianto, dkk. 2014: 3). Hal tersebut di atas mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Jamilatun (2008) tentang sifat-sifat penyalaan dan pembakaran briket biomassa, briket batubara, dan arang kayu, bahwasannya nilai kalor mempengaruhi efisiensi dan kebutuhan bahan bakar yang digunakan.

Untuk pengukuran suhu menggunakan suatu alat yang bernama termokopel. Termokopel (*thermocouple*) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda

yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “thermo-electric”. Efek thermo-electric pada termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama Thomas Johann Seebeck pada tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (*junction*) ini dinamakan dengan efek “seeback”.

Termokopel memiliki kelebihan responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga  $2000^{\circ}\text{C}$ . Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan.



Gambar 2. 6 Prinsip Kerja Termokopel (Sumber: teknikelektronika.com)

Berdasarkan Gambar diatas, ketika kedua persimpangan ( $V_1$  dan  $V_2$ ) memiliki suhu yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah nol atau  $V_1 = V_2$ . Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan suhu panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan suhu diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang

nilainya sebanding dengan suhu panas yang diterimanya atau  $V_1 - V_2$ . Tegangan tersebut kemudian dikonversikan sesuai dengan Tabel referensi yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan pengukuran yang dapat kita ketahui.

#### 2.2.4 Sifat Fisik Bahan Bakar Cair

Menurut Wiratmaja (2010: 147-148) sifat-sifat fisik dari bahan bakar cair adalah sebagai berikut:

- a. *Specific gravity* adalah perbandingan berat bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama.
- b. Titik Nyala (*flash point*) adalah suhu pada uap diatas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat apabila nyala api didekatkan padanya, sedangkan titik bakar (*fire point*) adalah temperatur pada keadaan dimana uap diatas permukaan bahan bakar minyak terbakar secara kontinyu jika nyala api didekatkan padanya.
- c. Temperatur penyalaan sendiri adalah temperatur terendah yang diperlukan untuk terbakar sendiri dalam *container standard* dengan udara tanpa bantuan nyala bunga api.
- d. Viskositas adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan atau ketahanan suatu bahan bakar untuk mengalir.
- e. Nilai Kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara atau oksigen.

Bahan bakar yang digunakan untuk penelitian adalah oli bekas. Oli biasanya diperoleh dari pengolahan minyak bumi yang dilakukan melalui proses destilasi bertingkat berdasarkan titik didihnya. Menurut *Environmental Protection Agency (EPA's)*, proses pembuatan oli melalui beberapa tahap, yaitu:

- a. Destilasi
- b. *Deasphalting* untuk menghilangkan kandungan aspal dalam minyak.
- c. Hidrogenasi untuk menaikkan viskositas dan kualitas.
- d. Pencampuran katalis untuk menghilangkan lilin dan menaikkan temperatur pelumas parafin.
- e. *Clay or hydrogen finishing* untuk meningkatkan warna, stabilitas dan kualitas oli pelumas (Raharjo, 2009: 158-159).

#### **2.2.5 Oli Bekas**

Oli bekas merupakan limbah hasil pelumasan yang digunakan dikendaraan/ mesin yang termasuk Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Oli bekas pada penelitian ini merupakan bahan bakar untuk penyalaaan kompor. Menurut Rachman (2013) limbah B3 adalah limbah yang sangat berbahaya, karena bersifat korosif, mudah terbakar, mudah meledak, reaktif, beracun, menyebabkan infeksi, iritan, mutagenik dan radio aktif. Satu liter oli bekas diperkirakan dapat merusak jutaan liter air segar dari sumber air dalam tanah (Fitriawan, 2010).

Oli bila mencemari lingkungan juga akan membuat tanah tandus, selain itu sifatnya yang tidak dapat larut dalam air juga dapat mencemari dan membahayakan habitat di air dan sifatnya yang mudah terbakar yang merupakan karakteristik dari Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun didefinisikan sebagai berikut:

Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sebagai zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain.

Limbah oli bekas bisa sangat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kesehatan jika tidak dikelola dan dimanfaatkan dengan baik. Bayangkan saja banyaknya jumlah kendaraan yang ada di Indonesia, maka penggunaan oli untuk kendaraan pun pasti juga besar jumlahnya. Dan hal ini menyebabkan menumpuknya oli bekas pelumasan kendaraan. Hal ini terjadi karena pengaruh tekanan dan temperatur selama penggunaan oli.

Menurut Dahlan, dkk (2014: 38) oli mesin bekas memiliki kandungan logam lebih tinggi dari oli mesin baru, kandungan tersebut antara lain aluminium (Al), besi (Fe), tembaga (Cu), mangan (Mn) dan seng (Zn). Penelitian tersebut memisahkan oli bekas bahan dengan kolom filtrasi dan membran keramik berbahan baku zeolit dan lempung. Dan didapatkan kandungan logam sesuai dengan tabel dibawah:

**Tabel 2.1 Hasil Analisa Logam Oli Bekas**

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

Oli bekas biasanya memiliki nilai viskositas yang tinggi dibanding bahan bakar lainnya. Viskositas adalah ketidak leluasaan aliran cairan dan gas yang disebabkan oleh gesekan antara bagian cairan tersebut dan menyebabkan atau disebut juga kekentalan (Asidu dkk, 2016: 3). Viskositas merupakan ukuran untuk kekentalan suatu zat cair. Semakin tinggi nilai viskositas zat cair, maka semakin lambat zat cair itu mengalir.

Nilai viskositas yang tinggi menunjukkan suatu zat cair tersebut kental, lebih berat dan lambat ketika mengalir. Sedangkan nilai viskositas yang rendah menunjukkan suatu zat cair tersebut lebih encer, ringan dan cepat ketika mengalir.

Pengertian kekentalan menurut Silaban (2011: 35):

Kekentalan juga menunjukkan ketebalan atau kemampuan untuk menahan aliran suatu cairan. Pelumas cenderung menjadi encer dan mudah mengalir ketika panas dan cenderung menjadi kental dan tidak mudah mengalir ketika dingin. Tapi masing-masing kecenderungan tersebut tidak sama untuk semua pelumas. Ada tingkatan permulaan kental dan ada yang dibuat encer (tingkat kekentalannya rendah).

Setiap jenis fluida memiliki nilai viskositas yang berbeda-beda. Berikut adalah tabel viskositas beberapa jenis fluida menurut penelitian yang dilakukan Santoso (2010) :

**Tabel 2.2 Viskositas Beberapa Jenis Fluida**

No	Jenis Minyak	Suhu (C)	Viskositas (N.s/m <sup>2</sup> )
1	Air	25	0,89
2	Alkohol Ethyl	20	1,2
3	Minyak Mesin (SAE 10)	30	200
4	Gliserin	20	1500
5	Udara	20	0,018
6	Hidrogen	0	0,009
7	Minyak Tanah	28	0,294-3,34
8	Bensin	20	0,625
9	Alkohol	27	0,8609
10	Aseton	27	0,34

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 Oktober – 18 November 2019 di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

#### **3.2 Desain Penelitian**

Metode penelitian yang dipakai pada penelitian kali ini adalah metode eksperimen. Menurut Sugiyono (2009) metode penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Metode ini mengungkapkan ada atau tidaknya pengaruh variabel-variabel yang ada dalam penelitian tersebut. Ada atau tidaknya pengaruh dari variabel tersebut dapat dilihat dari variabel kontrol. Metode penelitian berfungsi untuk mendapatkan data yang diinginkan. Data yang didapatkan pada penelitian ini selanjutnya akan diolah dan dibuat menjadi sebuah laporan penelitian.

#### **3.3 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.3.1 Alat Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Kompor oli bekas, sebagai alat utama penelitian.
- b. Kompresor, digunakan untuk memberikan tekanan udara.
- c. *Pressure gauge*, digunakan untuk memberikan variasi tekanan udara.

- d. Termokopel tipe-K, digunakan untuk mengukur temperatur api.
- e. 2 Penggaris besi ukuran 100 cm, untuk mengukur panjang nyala api.
- f. *Stopwatch*, untuk mengukur waktu konsumsi bahan bakar.
- g. Kamera Canon EOS 1300D, untuk mengambil visualisasi gambar nyala api.

### **3.3.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah oli bekas yang sudah disaring terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan bakar kompor oli bekas dan bensin untuk bahan bakar bantu untuk awal penyalaan kompor.

## **3.4 Parameter Penelitian**

Beberapa parameter yang ada di dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **3.4.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas atau variabel *independent* merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2009: 39).

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi tekanan udara yaitu 1 bar, 1,5 bar, 2 bar, 2,5 bar dan 3 bar.

### 3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat atau variabel *dependent* merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2009: 39).

Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor (*burner*), waktu konsumsi bahan bakar dan sifat nyala api pada pembakaran oli bekas.

### 3.4.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikat tidak terpengaruh oleh faktor luar yang tidak diteliti (Sugiyono, 2011). Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

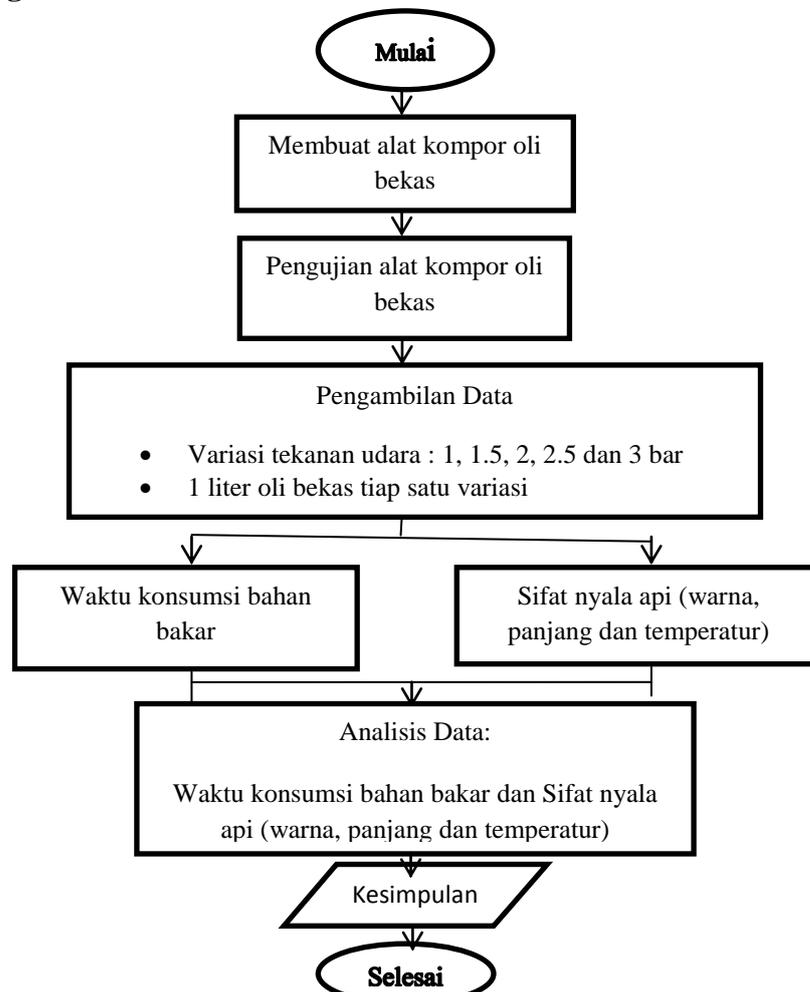
1. Menggunakan 1 liter oli bekas tiap satu variasi tekanan udara.
2. Pengkondisian visualisasi nyala api dilakukan ditempat pengecoran logam.
3. Uji visualisasi dan uji temperatur dilakukan pada menit ke 1, 2 dan 3 ketika api sudah menyala.
4. Menggunakan majun yg diberi bensin untuk penyalaan atau pemanasan awal kompor.
5. Pada saat oli dialirkan, pipa dibuka  $\frac{1}{2}$  putaran agar alirannya konstan.
6. Menggunakan satu jenis spuyer berdiameter 25 mm.

### **3.5 Teknik Pengumpulan Data**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang didalamnya melibatkan manipulasi terhadap kondisi subjek yang diteliti, disertai upaya kontrol yang ketat terhadap faktor-faktor luar serta melibatkan subjek pembanding atau metode ilmiah yang sistematis yang dilakukan untuk membangun hubungan yang melibatkan fenomena sebab akibat.

Proses pengambilan data pada penelitian ini dilihat dari segi waktu yang diperlukan untuk menghabiskan (konsumsi) bahan bakar dengan berbagai variasi yang sudah ditentukan dan untuk uji sifat nyala api pengambilan data menggunakan visualisasi dari nyala api yang terbentuk, pengukuran panjang nyala api dan mengukur temperatur nyala api. Data akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

### 3.5.1 Diagram Alir

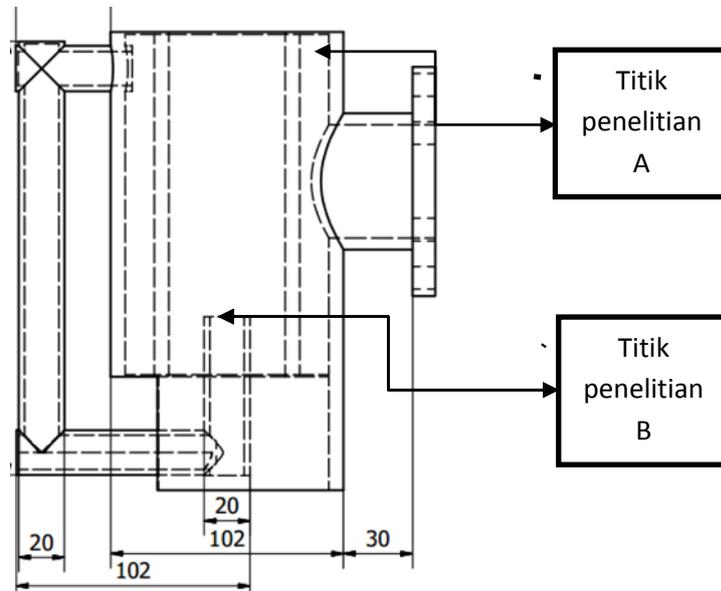


Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.5.2 Instalasi Penelitian

Pada instalasi penelitian, menjelaskan prosedur kerja dari alat kompor oli bekas. Kompor sebelumnya diberi tetesan bensin pada sekitar lubangnyanya dan menggunakan sedikit kain majun yang telah diberi bensin untuk penyalanya. Setelah dipanaskan, oli bekas dialirkan bersama udara yang berasal dari kompresor. Adanya bahan bakar oli bekas yang disemburkan udara akan membuat terbentuknya nyala api. Pada penelitian ini, akan diamati tentang variasi tekanan

udara terhadap waktu konsumsi bahan bakar (titik penelitian A) dan sifat nyala api (titik penelitian B) pada pembakaran oli bekas.

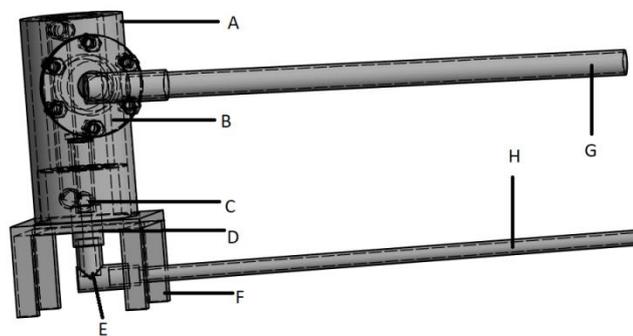


Gambar 3. 2 Instalasi Penelitian

### 3.5.3 Proses Penelitian

Dalam melaksanakan proses penelitian, peneliti telah membuat rancangan seperti pada Gambar 3.1 dengan langkah sebagai berikut:

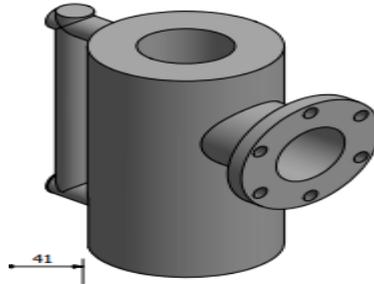
1. Merancang alat kompor oli bekas.



Gambar 3. 3 Desain Kompor (*burner*)

Bagian-bagian kompor:

a. Bagian utama kompor



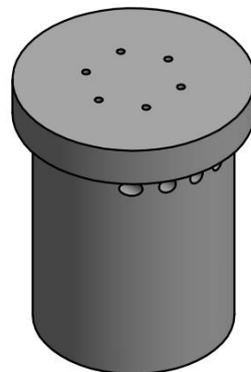
Gambar 3. 4 Desain Bagian Utama Kompor

b. Bagian penutup kompor



Gambar 3. 5 Desain Penutup Kompor

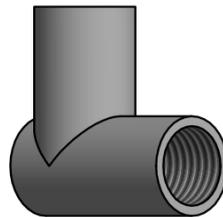
c. Spuyer



Gambar 3. 6 Desain Spuyer

d. *Nozzle*Gambar 3. 7 Desain *Nozzle*

## e. Pipa L Penghubung Kompresor



Gambar 3. 8 Desain Pipa L Penghubung Kompresor

## f. Penyangga Kompor

## g. Pipa Saluran Oli

## h. Pipa Saluran Udara

2. Melakukan pengujian setelah alat selesai dirancang dan dibuat. Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengecek apakah ada atau tidaknya kebocoran dari gas yang ditimbulkan demi keselamatan.



Gambar 3. 9 Pengujian Kompor

3. Oli bekas yang didapatkan dari bengkel-bengkel sekitar disaring terlebih dahulu pada tempat penyaringan agar kotoran-kotoran sisa oli bekas tidak ikut terbakar.
4. Penyalaan awal dilakukan dengan bantuan majun yang dicelupkan bensin, dan lubang pada kompor yang diberi olesan-olesan bensin. Selanjutnya dibakar untuk memanaskan kompor agar oli cepat menjadi gas dan terbakar.
5. Setelah api menyala, kemudian membuka saluran oli bekas yang akan mengalir ke dalam kompor dan saluran udara dari kompresor untuk memberikan tekanan udara.
6. Disini terjadi proses *atomizing* atau pengkabutan, dimana oli bekas dari fase *liquid* menjadi gas karena adanya tekanan udara dari kompresor. Dan dari sini gas yang dihasilkan akan dikeluarkan melalui spuyer dan menghasilkan nyala api.
7. Ketika api sudah menyala dan stabil, ditambahkan 1liter oli bekas dan diberikan tekanan sesuai yang divariasikan, ini untuk menghitung waktu konsumsi bahan bakar dan menguji nyala api yang meliputi warna, panjang dan temperatur.

8. Pengambilan data waktu konsumsi bahan bakar menggunakan *stopwatch* dari aplikasi hp. Untuk pengujian nyala api diambil dengan visualisasi gambar nyala api, penggunaan penggaris dengan panjang 100 cm untuk mengukur panjang dan termokopel untuk mengukur temperaturnya.

#### 3.5.4 Data Penelitian

Data yang dihasilkan dari penelitian ini adalah tentang pengaruh tekanan udara terhadap waktu konsumsi bahan bakar dan sifat nyala api pada pembakaran oli bekas. Proses penghitungan waktu konsumsi dihitung menggunakan *stopwatch*.

Data yang akan diambil setelah proses pengukuran diolah dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Tujuan dari memasukkan data ke dalam tabel adalah untuk menganalisis data apakah ada tidaknya hubungan antara kedua variabel tersebut. Data yang diperoleh dimasukkan ke dalam tabel seperti tabel dibawah ini:

**Tabel 3.1 Instrumen Hasil Perhitungan Waktu Konsumsi**

Variasi Tekanan Udara (Bar)	Jumlah Bahan Bakar (L)	Waktu Konsumsi
1	1	
1,5	1	
2	1	
2,5	1	
3	1	

Proses uji nyala api akan dilakukan menggunakan kamera untuk mengambil visualisasi gambar nyala api, nyala api juga akan diukur panjangnya

menggunakan penggaris mistar 100 cm, untuk uji temperatur menggunakan alat yaitu termokopel.

Data yang akan diambil setelah proses pengukuran diolah dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Tujuan dari memasukkan data ke dalam tabel adalah untuk menganalisis data apakah ada tidaknya hubungan antara variabel. Data yang diperoleh dimasukkan ke dalam tabel seperti tabel dibawah ini:

**Tabel 3.2 Instrumen Hasil Pengujian Nyala Api**

Tekanan (Bar)	Gambar	Panjang (mm)	Temperatur ( $^{\circ}$ C)
1			
1.5			
2			
2.5			
3			

### 3.6 Kalibrasi Penelitian

Kalibrasi instrumen merupakan proses menyesuaikan indikasi dari perangkat pengukuran agar sesuai dengan besaran yang digunakan dalam akurasi tertentu. Kalibrasi dilakukan untuk menentukan valifitas dan reslibilitas instrumen tersebut. Pada penelitian kali ini kalibrasi instrumen yang dilakukan adalah dengan mengukur suhu pada kompor dengan menggunakan stopwatch, penggaris, kamera DSLR dan termokopel.

Pengkondisian pengukuran waktu konsumsi bahan bakar dengan menggunakan *stopwatch* pada aplikasi di *handphone*, pengukuran dimulai saat api menyala hingga mati. Untuk pengukuran panjang nyala api menggunakan penggaris besi yang ditempel pada besi tepat di belakang badan kompor.

Pengkondisian pengambilan visualisasi nyala api menggunakan kamera Canon EOS 1300D dengan ISO 100 pada jarak 2.5 meter dari badan kompor, uji ini dilakukan pada siang hari dengan pencahayaan yang cukup terang. Pengkondisian pengukuran temperatur menggunakan termokopel tipe K dengan suhu ruangan  $34^{\circ}\text{C}$ . Pickett (2008) bagian suhu yang tinggi bisa dibedakan dari bagian uap bahan bakar yang tidak bereaksi dari jet/spuyer. Kho (2015), termokopel (*thermocouple*) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “thermo-electric”. Prinsip kerja termokopel secara sederhana yaitu terdiri dari dua buah kabel dari jenis logam yang berbeda hanya di ujungnya. Termokopel yang sederhana dapat dipasang dan memiliki jenis konektor standar yang sama, serta dapat mengukur temperatur dalam jangkauan suhu yang cukup antara  $-200^{\circ}\text{C}$  sampai  $1800^{\circ}\text{C}$  dengan batas kesalahan pengukuran kurang dari  $1^{\circ}\text{C}$  (Wiyatmo dan Purwanto, 2012).

### **3.7 Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang dipakai adalah teknik analisa regresi. Teknik ini digunakan untuk menjelaskan perbedaan atau perubahan yang terjadi ketika tekanan udara divariasikan untuk memperoleh waktu konsumsi bahan bakar dan sifat nyala api. Untuk memperoleh waktu konsumsi bahan bakar menggunakan metode pengumpulan data secara kuantitatif, karena data yang dihasilkan berupa angka-angka. Untuk uji sifat nyala api menggunakan 2 metode pengumpulan data, yakni secara kuantitatif dan kualitatif. Ditinjau dari warna nyala apinya termasuk metode kualitatif, karena akan dilihat bagaimana warna nyala api yang terbentuk.

Ditinjau dari panjang dan temperaturnya termasuk metode kuantitatif, karena data yang dihasilkan berupa panjang nyala api yang terbentuk dan suhu pada nyala api tersebut.

Pengujian variasi tekanan udara terhadap waktu konsumsi bahan bakar dan sifat nyala api pada pembakaran oli bekas dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Hasil penelitian berupa data-data yang dimasukkan ke dalam tabel data dan akan dibuat grafik. Sehingga hasil penelitian dapat dibandingkan dan dianalisa dengan mudah dan 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**

Maharani dkk (1877). Istilah regresi pertama kali digunakan dalam statistik oleh Galton, membuat penelitian yang menunjukkan bahwa sifat tinggi badan anak yang dilahirkan ternyata menurun (*regress*) dari tinggi badan orang tuanya. Kemudian Galton menggunakan kata “regresi” untuk menamakan analisis proses prediksi keterkaitan antara variabel tinggi badan anak dengan tinggi badan orang tuanya. Perkembangan selanjutnya para peneliti menggunakan istilah *multiple regression* atau regresi berganda untuk menjelaskan pengaruh beberapa variabel bebas (*independent*) terhadap variabel terikat (*dependent*).

Eko Hertanto (2011). Analisis regresi merupakan teknik statistik untuk menginvestigasi dan menyusun model mengenai hubungan antar variabel. Aplikasi regresi terjadi hampir pada setiap bidang ilmu termasuk ekonomi, manajemen, akuntansi, biologi dan ilmu-ilmu sosial. Analisis regresi mungkin merupakan teknik statistik yang paling banyak digunakan terutama untuk tujuan prediksi. Ryan, S.E. dan Porth, L.S. (2007) hasil dari analisis regresi *piecewise* dari sejumlah dataset tambahan disajikan untuk membantu pembaca memahami kisaran *estimated values* dan *confidence limits* pada *breakpoint* yang menyediakan analisis data.

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 DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar

##### 4.1.1 Hasil Penelitian

Pada tabel 4.1 menunjukkan waktu konsumsi bahan bakar pada proses pembakaran oli bekas.

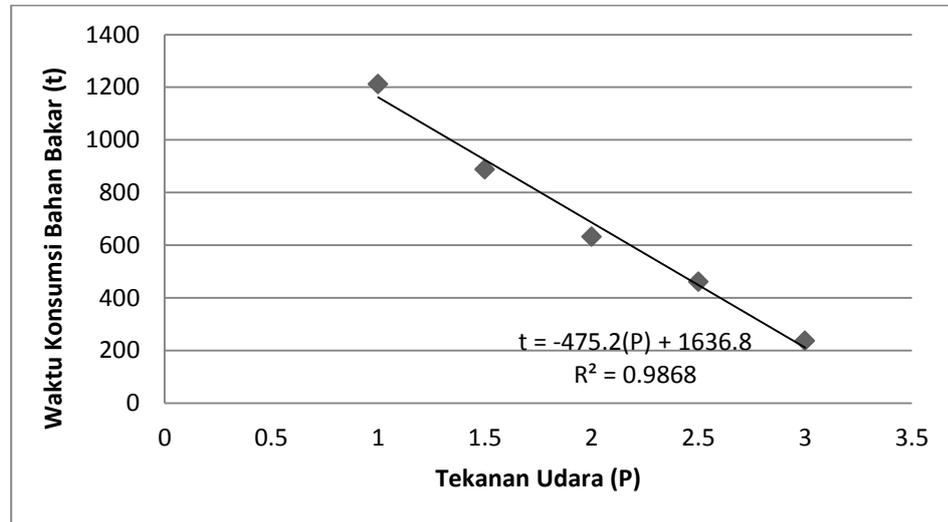
**Tabel 4. 1 Data Waktu Konsumsi Bahan Bakar**

Variasi Tekanan Udara (Bar)	Jumlah Bahan Bakar (L)	Waktu Konsumsi
1	1	1212 detik
1.5	1	888 detik
2	1	633 detik
2.5	1	462 detik
3	1	237 detik

Semakin tinggi variasi tekanan udara maka waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar semakin sedikit. Hal ini dikarenakan semakin rendahnya tekanan udara maka akan semakin berat untuk mengatomisasi oli bekas menjadi uap yang akan disemprotkan udara dan menghasilkan api.

Pencatatan waktu konsumsi bahan bakar oli bekas dilakukan ketika api sudah mulai menyala hingga api tersebut padam. Pengukuran ini dihitung menggunakan aplikasi *stopwatch* yang ada di *handphone*. Variasi tekanan udara yang digunakan 1, 1.5, 2, 2.5 dan 3 bar. Alasan kenapa pada variasi tekanan 0.5 bar tidak dicantumkan yaitu pada tekanan tersebut digunakan untuk *treatment*

awal kompor. Kompor (*burner*) ini harus dipanaskan terlebih dahulu juga menggunakan 1 liter oli bekas agar kompor mulai panas.



Gambar 4. 1 Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar

Pada tekanan 1 bar waktu konsumsi yang dibutuhkan untuk menghabiskan oli bekas 1 liter adalah 1212 detik yang merupakan waktu yang paling lama dari semua variasi tekanan udara. Pada tekanan 3 bar diperlukan waktu 237 detik dan menjadi waktu tercepat untuk menghabiskan 1 liter oli bekas.

#### 4.1.2 Pembahasan

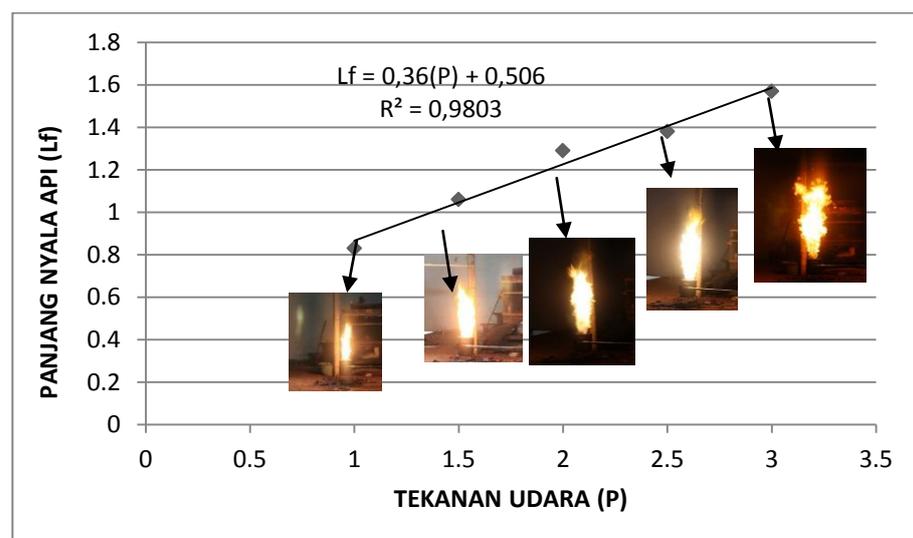
**Tabel 4.2 Waktu Konsumsi Bahan Bakar**

Tekanan (Bar)	Waktu Konsumsi (detik)
1	1212
1.5	888
2	633
2.5	462
3	237

Dari gambar 4.1, didapatkan persamaan garis  $t = -475.2 (P) + 1636.8$ . Dalam persamaan tersebut terdapat hubungan terbalik, persamaan garis  $t$  (Waktu Konsumsi Bahan Bakar) dipengaruhi oleh koefisien tekanan udara. Koefisien 475.2 artinya terjadinya penurunan waktu konsumsi bahan bakar sebesar 475.2 terhadap Tekanan Udara ditambah dengan konstanta. Sedangkan konstanta 1636.8 merupakan faktor luar atau faktor penambah yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer. Persamaan tersebut hanya berlaku pada tekanan 1-3 Bar. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dilihat bahwa  $R^2$  sebesar 0,9868.  $R^2$  merupakan sumbangan pengaruh Tekanan Udara ( $P$ ) terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar ( $t$ ) yaitu sebesar 98,68%. Nilai 1.32% merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah dibuktikan pada persamaan garis diatas.

## 4.2 Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Sifat Nyala Api yang Meliputi Warna, Panjang dan Temperatur

### 4.2.1 Hasil Penelitian



Gambar 4. 2 Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Panjang Nyala Api

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa panjang nyala api ( $L_f$ ) yang paling tinggi mencapai 1.57 m pada tekanan udara (P) 3 Bar, sedangkan nyala api ( $L_f$ ) terendah dengan tinggi mencapai 0.83 m ada ditekanan udara (P) 1 Bar.

#### 4.2.2 Pembahasan

**Tabel 4.3 Panjang Nyala Api**

Tekanan (Bar)	Panjang (m)
1	0.83
1.5	1.06
2	1.29
2.5	1.38
3	1.57

Dari gambar 4.2, didapatkan persamaan garis  $L_f = 0,36 (P) + 0,506$ . Dalam persamaan tersebut terdapat hubungan berbanding lurus, persamaan garis  $L_f$  (Panjang Nyala Api) dipengaruhi oleh koefisien tekanan udara. Koefisien 0.36 artinya terjadinya kenaikan panjang nyala api sebesar 0.36 terhadap tekanan udara ditambah dengan konstanta. Sedangkan konstanta 0.506 merupakan faktor luar atau faktor penambah yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer. Persamaan tersebut hanya berlaku pada tekanan 1-3 Bar. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dilihat bahwa  $R^2$  sebesar  $R^2 = 0,9803$ .  $R^2$  merupakan sumbangan pengaruh Tekanan Udara (P) terhadap Panjang Nyala Api ( $L_f$ ) yaitu sebesar 98,03%. Nilai 1.97% merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah dibuktikan pada persamaan garis diatas.

Pengambilan uji visualisasi dilakukan pada menit ke 1, 2 dan 3. Pengambilan visualisasi menggunakan kamera Canon EOS 1300D. Proses

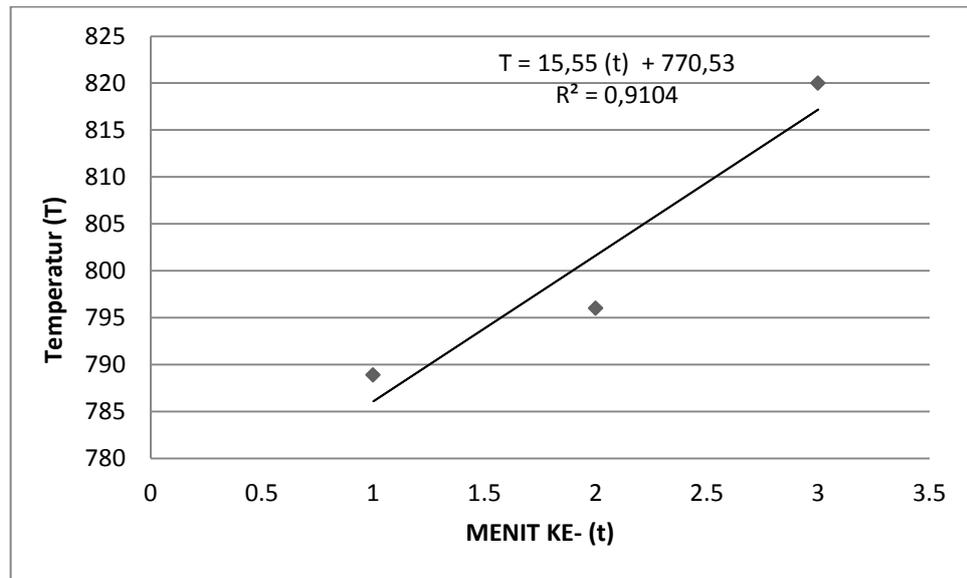
pengukuran panjang nyala api dilakukan dengan alat penggaris yang diletakkan disamping kompor (*burner*) searah dengan api yang keluar. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui jarak jangkauan nyala api yang dihasilkan untuk digunakan didalam tungku pengecoran logam. Semakin panjang nyala api maka jarak jangkauan terhadap logam yang akan dicairkan akan semakin baik. Pengukuran panjang nyala api diukur menggunakan 2 buah penggaris 100 cm yang ditempelkan didekat kompor.

Pada tekanan 1 bar warna apinya masih mencolok warna kekuning-kuningan dan nyala api tidak stabil tinggi api naik turun hingga diambil rata-rata dengan tinggi 0.83 m. Hal ini terjadi karena tekanan udara yang rendah kurang bisa mengatomisasi bahan bakar sehingga menyebabkan nyala api yang tidak stabil. Pada tekanan 3 bar nyala api sudah berwarna kebiruan meskipun masih ada sedikit warna merah tetapi lebih dominan warna biru dan menunjukkan nyala api yang stabil dengan panjang lidah api mencapai 1.57 m. Hal ini terjadi karena tekanan udara yang dialirkan mampu mengatomisasi bahan bakar dengan cukup baik sehingga membuat nyala api stabil. Semakin besar nilai  $P$  (Tekanan Udara) maka nilai  $L_f$  (Panjang Nyala Api) akan semakin tinggi sehingga semakin besar tekanan udara maka akan semakin panjang nyala api yang terbentuk. Hal ini menunjukkan tekanan udara pada kompor (*burner*) berbanding lurus dengan panjang nyala api. Tetapi pada tekanan 3 bar ada sedikit kekurangannya, suara yang ditimbulkan cukup bising ditelinga. Semakin tinggi tekanan udara juga menimbulkan suara yang semakin keras.

### 4.2.3 Hasil Penelitian

Pengukuran temperatur dilakukan menggunakan termokopel tipe K. Cara melakukan penelitian ini dengan menggunakan kabel termokopel yang dihubungkan dengan digital *thermometer* yang diletakan diujung kompor (*burner*). Proses pengukuran temperatur dihitung pada menit ke 1, 2 dan 3 setelah api menyala setelah itu diambil rata-rata dari ketiga data temperatur yang sudah didapat. Gambar 4.3 - 4.7 merupakan diagram pengambilan data temperatur pada menit ke 1, 2 dan 3 tiap satuan variasi tekanan udara dan juga menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi tekanan udara maka semakin tinggi juga temperatur yang dihasilkan dan dari menit ke 1, 2 dan 3 temperaturnya selalu mengalami peningkatan. Temperatur maksimum pada 3 menit awal di tekanan 1 bar sebesar  $820^{\circ}\text{C}$ , pada tekanan 1.5 bar sebesar  $893.4^{\circ}\text{C}$ , pada tekanan 2 bar sebesar  $961^{\circ}\text{C}$ , pada tekanan 2.5 bar sebesar  $986.5^{\circ}\text{C}$  dan temperatur yang paling tinggi sebesar  $1154^{\circ}\text{C}$  pada tekanan 3 bar.

Dibawah ini merupakan pengambilan data temperatur pada tiap variasi tekanan:



Gambar 4.3 Pengaruh Tekanan 1 Bar pada Menit 1,2 3 Terhadap Temperatur

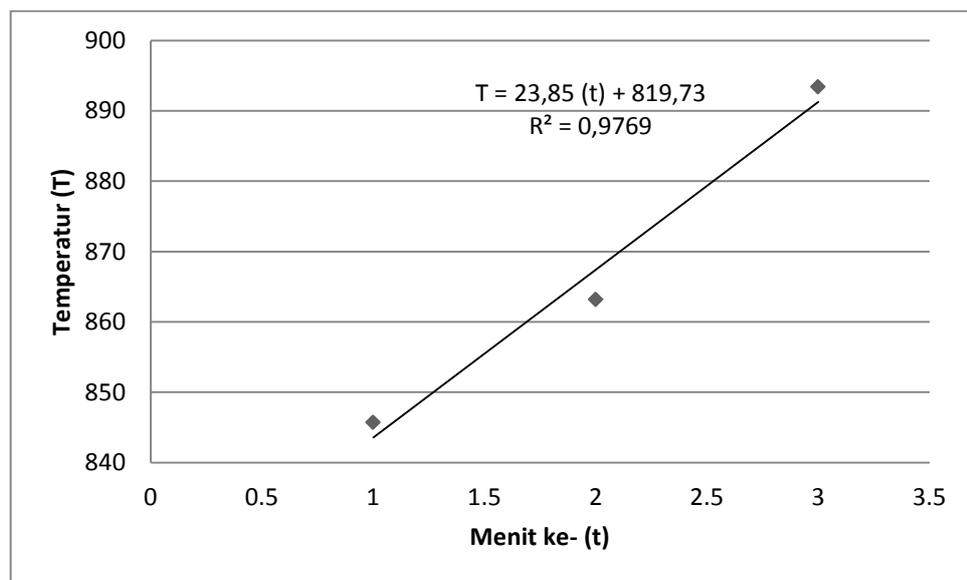
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa temperatur yang paling tinggi berada pada menit ke 3 sebesar 820 °C, sedangkan temperatur terendah ada dimenit ke 1 sebesar 788.9°C.

#### 4.2.4 Pembahasan

Dari gambar 4.3, didapatkan persamaan garis  $T = 15.55 (t) + 770.53$ . Dalam persamaan tersebut terdapat hubungan berbanding lurus, persamaan garis T (Temperatur) dipengaruhi oleh koefisien tekanan udara menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan 1 bar. Koefisien 15.55 artinya terjadinya kenaikan temperatur sebesar 15.55 terhadap waktu pada menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan udara 1 bar ditambah dengan konstanta. Sedangkan konstanta 770.53 merupakan faktor luar atau faktor penambah yang salah satunya yaitu kenaikan waktu pada proses pembakaran yang mempengaruhi temperatur. Persamaan tersebut hanya berlaku pada tekanan 1-3 Bar. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dilihat bahwa  $R^2$  sebesar  $R^2 = 0,9104$ .  $R^2$  merupakan sumbangan pengaruh Tekanan Udara Menit ke 1, 2 dan 3 (t)

terhadap Temperatur (T) yaitu sebesar 91,04%. Nilai 8.96% merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah dibuktikan pada persamaan garis diatas.

#### 4.2.5 Hasil Penelitian



Gambar 4.4 Pengaruh Tekanan 1.5 Bar pada Menit ke 1, 2 dan 3 Terhadap Temperatur

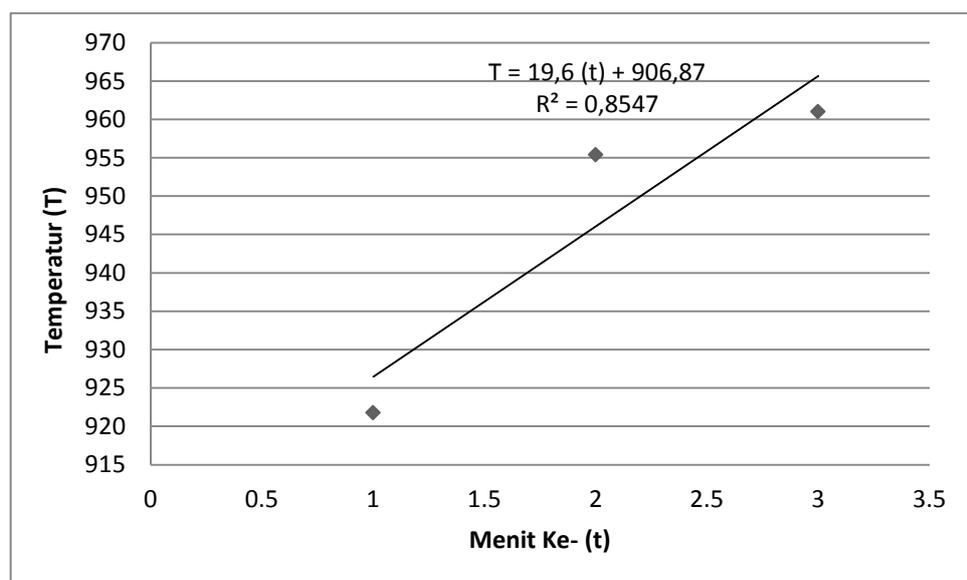
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa temperatur yang paling tinggi berada pada menit ke 3 sebesar 893.4 °C, sedangkan temperatur terendah ada dimenit ke 1 sebesar 845.7 °C.

#### 4.2.6 Pembahasan

Dari gambar 4.4, didapatkan persamaan garis  $T = 23.85 (t) + 819.73$ . Dalam persamaan tersebut terdapat hubungan berbanding lurus, persamaan garis T (Temperatur) dipengaruhi oleh koefisien tekanan udara menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan 1 bar. Koefisien 23.85 artinya terjadinya kenaikan temperatur sebesar 23.85 terhadap waktu pada menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan udara 1 bar ditambah

dengan konstanta. Sedangkan konstanta 819.73 merupakan faktor luar atau faktor penambah yang salah satunya yaitu kenaikan waktu pada proses pembakaran yang mempengaruhi temperatur. Persamaan tersebut hanya berlaku pada tekanan 1-3 Bar. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dilihat bahwa  $R^2$  sebesar  $R^2 = 0,9769$ .  $R^2$  merupakan sumbangan pengaruh Tekanan Udara Menit ke 1, 2 dan 3 (t) terhadap Temperatur (T) yaitu sebesar 97,69%. Nilai 2.31% merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah dibuktikan pada persamaan garis diatas.

#### 4.2.7 Hasil Penelitian



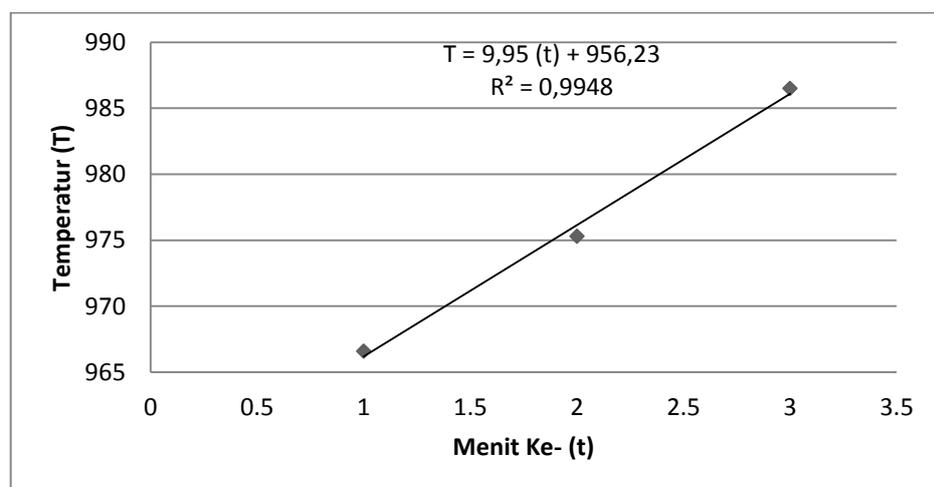
Gambar 4.5 Pengaruh Tekanan 2 Bar pada Menit ke 1, 2 dan 3 Terhadap Temperatur

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa temperatur yang paling tinggi berada pada menit ke 3 sebesar 961 °C, sedangkan temperatur terendah ada dimenit ke 1 sebesar 921.8 °C.

#### 4.2.8 Pembahasan

Dari gambar 4.5, didapatkan persamaan garis  $T = 19.6 (t) + 906.87$ . Dalam persamaan tersebut terdapat hubungan berbanding lurus, persamaan garis T (Temperatur) dipengaruhi oleh koefisien tekanan udara menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan 1 bar. Koefisien 19.6 artinya terjadinya kenaikan temperatur sebesar 19.6 terhadap waktu pada menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan udara 1 bar ditambah dengan konstanta. Sedangkan konstanta 906.87 merupakan faktor luar atau faktor penambah yang salah satunya yaitu kenaikan waktu pada proses pembakaran yang mempengaruhi temperatur. Persamaan tersebut hanya berlaku pada tekanan 1-3 Bar. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dilihat bahwa  $R^2$  sebesar  $R^2 = 0,8547$ .  $R^2$  merupakan sumbangan pengaruh Tekanan Udara Menit ke 1, 2 dan 3 (t) terhadap Temperatur (T) yaitu sebesar 85.47%. Nilai 14.53% merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah dibuktikan pada persamaan garis diatas.

#### 4.2.9 Hasil Penelitian



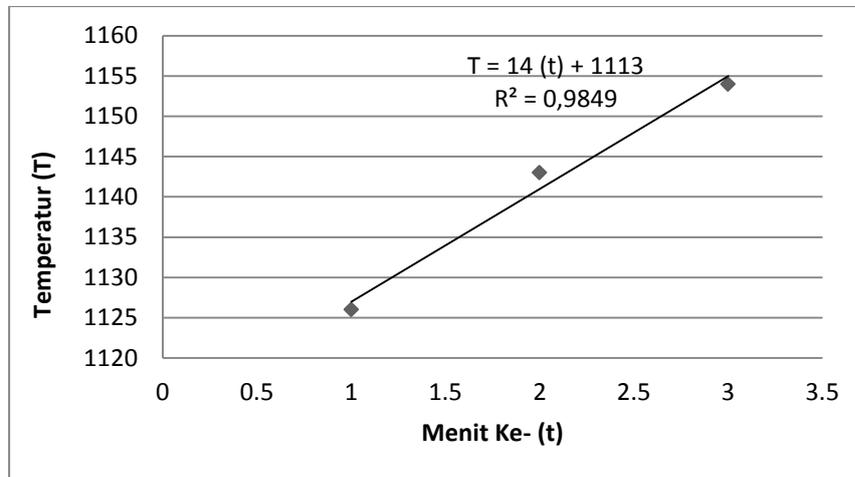
#### Gambar 4.6 Pengaruh Tekanan 2.5 Bar pada Menit Ke 1, 2 dan 3 Terhadap Temperatur

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa temperatur yang paling tinggi berada pada menit ke 3 sebesar 986.5 °C, sedangkan temperatur terendah ada dimenit ke 1 sebesar 966.6 °C.

#### 4.2.10 Pembahasan

Dari gambar 4.6, didapatkan persamaan garis  $T = 9.95 (t) + 956.23..$  Dalam persamaan tersebut terdapat hubungan berbanding lurus, persamaan garis T (Temperatur) dipengaruhi oleh koefisien tekanan udara menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan 1 bar. Koefisien 9.95 artinya terjadinya kenaikan temperatur sebesar 956.23 terhadap waktu pada menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan udara 1 bar ditambah dengan konstanta. Sedangkan konstanta 956.23 merupakan faktor luar atau faktor penambah yang salah satunya yaitu kenaikan waktu pada proses pembakaran yang mempengaruhi temperatur. Persamaan tersebut hanya berlaku pada tekanan 1-3 Bar. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dilihat bahwa  $R^2$  sebesar  $R^2 = 0,9948$ .  $R^2$  merupakan sumbangan pengaruh Tekanan Udara Menit ke 1, 2 dan 3 (t) terhadap Temperatur (T) yaitu sebesar 99.48%. Nilai 0.52% merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah dibuktikan pada persamaan garis diatas.

#### 4.2.11 Hasil Penelitian



Gambar 4.7 Pengaruh Tekanan 3 Bar pada Menit Ke 1, 2 dan 3 Terhadap Temperatur

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa temperatur yang paling tinggi berada pada menit ke 3 sebesar 1154 °C, sedangkan temperatur terendah ada dimenit ke 1 sebesar 1126 °C.

#### 4.2.12 Pembahasan

Dari gambar 4.7, didapatkan persamaan garis  $T = 14(t) + 1113$ . Dalam persamaan tersebut terdapat hubungan berbanding lurus, persamaan garis T (Temperatur) dipengaruhi oleh koefisien tekanan udara menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan 1 bar. Koefisien 14 artinya terjadinya kenaikan temperatur sebesar 14 terhadap waktu pada menit ke 1, 2 dan 3 pada tekanan udara 1 bar ditambah dengan konstanta. Sedangkan konstanta 1113 merupakan faktor luar atau faktor penambah yang salah satunya yaitu kenaikan waktu pada proses pembakaran yang mempengaruhi temperatur. Persamaan tersebut hanya berlaku pada tekanan 1-3 Bar. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dilihat bahwa  $R^2$  sebesar  $R^2 = 0,9849$ .

$R^2$  merupakan sumbangan pengaruh Tekanan Udara Menit ke 1, 2 dan 3 (t) terhadap Temperatur (T) yaitu sebesar 98.49%. Nilai 1.51% merupakan faktor luar yang salah satunya yaitu tekanan atmosfer yang telah dibuktikan pada persamaan garis diatas.

Pada penelitian tersebut juga dilakukan percobaan dengan menggunakan tekanan yang lebih dari 3 bar. Hasilnya pada tekanan 3.5 bar keatas tidak terjadi proses pembakaran, hanya udara yang keluar dari kompor (*burner*). Pada tekanan tersebut udara dan bahan bakar mempunyai tekanan yang sama sehingga mengakibatkan terhambatnya aliran bahan bakar keluar dari *nozzle*. Hal tersebut menjadi faktor pembatasan tekanan udara yang hanya sampai pada tekanan 3 bar.

Hal ini terjadi karena semakin bertambahnya tekanan udara maka proses atomisasi/ pengkabutan juga akan semakin baik yang akan menghasilkan temperatur yang semakin tinggi. Dengan demikian, kompor (*burner*) ini telah memenuhi syarat untuk bisa digunakan sebagai alat untuk mencairkan aluminium yang memiliki titik lebur 660 °C.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi variasi tekanan udara maka waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar semakin cepat dengan nilai  $R^2 = 98,68 \%$ . Tekanan 3 bar merupakan waktu tercepat konsumsi bahan bakar dengan waktu 237 detik dan waktu terlama yaitu 1212 detik pada tekanan 1 bar.
2. Semakin tinggi variasi tekanan udara maka panjang nyala api akan semakin tinggi dengan nilai  $R^2 = 98,03 \%$ . Nyala api yang paling stabil pada tekanan 3 bar dengan temperatur maksimal mencapai  $1154 \text{ }^\circ\text{C}$  dan panjang lidah api 1.57 m. sementara nyala api pada tekanan 1 bar tidak stabil dengan temperatur maksimal  $820 \text{ }^\circ\text{C}$  dengan panjang lidah api 0.83 m.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Bagi yang tertarik dengan penelitian ini, penulis menganjurkan untuk membuat desain lain, agar hasil yang didapatkan bisa dibandingkan untuk

mendapatkan hasil yang lebih baik lagi dalam hal suhu dan warna nabi yang dihasilkan.

2. Penulis menganjurkan adanya desain lain ditempat penampungan oli agar bisa ditempatkan *flow meter* untuk mengukur kecepatan aliran oli bekas. Oleh sebab itu, penulis tidak menghitung AFR (*Air Fuel Ratio*) dikarenakan keterbatasan alat, oleh karena itu penambahan *flow meter* bisa menjadi solusi.
3. Untuk foto nyala api bisa dilakukan dengan kamera dan penerangan yang lebih bagus lagi, agar hasilnya maksimal dan bisa dilihat serta diuraikan dengan spektrum warna apinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andreansyah, R. 2017. Berbagai Macam Warna Api dan Tingkat Kepanasannya. <https://www.altirai.com/2017/10/berbagai-macam-warna-api-dan-tingkat/>. 24 Juni 2019. (01.45)
- Asidu, dkk. 2016. *Pemanfaatan Minyak Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Pencampuran Minyak Pirolisis*. Universitas Halu Oleo. Kendari.
- Botero, M.L. et al. 2018. *Experimental and Numerical Study of The Evolution of Soot Primary Particles in a Diffusion Flame*. Proceeding of the Combustion Institute : 1-27.
- Budianto A, dkk. 2014. *Uji Efisiensi Tungku Tanah Liat Berdaya Sedang*. Jurusan Fisika FMIPA. Universitas Brawijaya. Malang.
- Dahlan, M.H, dkk. 2014. Pemisahan Oli Bekas dengan Menggunakan Kolom Filtrasi dan Membran Keramik Berbahan Baku Zeolit dan Lempung. *Jurnal Teknik Kimia* 1(20): 38-45.
- Fitriawan, D. 2010. *Studi pengelolaan limbah padat dan limbah cair PT X- Pasuruan sebagai upaya penerapan proses produksi bersih*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Hasan, A. 2014. Perancangan dan Pembuatan Tungku Pengecoran Logam dengan Memanfaatkan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Teknik Mesin* 14(1): 1-6.
- Hasyim, U.H. 2016. Review: Kajian Adsorpsi Logam Dalam Pelumas Bekas dan Prospek Pemanfaatannya Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Konversi* 5(1): 11-15.
- Hertanto, E. 2015. Teknik Analisis Regresi Linier Sederhana Untuk Penelitian Kuantitatif. *Jurnal*. Hal. 3
- Istanto T dan Juwana W. 2007. *Bahan Perkuliahan Generator Uap edisi pertama*. Jakarta: Gava Media.
- Jamilatun, S. 2008. Sifat-sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara, dan Arang Kayu. *Jurnal Rekayasa Proses* 2(2): 34-40.
- Kho, D. 2015. *Pengertian Termokopel dan prinsip kerjanya*. <https://teknikelektronika.com/pengertian-termokopel-thermocouple-dan-prinsip-kerjanya/>. 18 Juni 2019. (06.50)
- Maharani, dkk. 2019. Hubungan Cuaca dan Tanaman Pangan Menggunakan Regresi Linear di Kota Tondano. *Jurnal Matematika*. Universitas Sam Ratulangu Manado.
- Pemerintah Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah berbahaya dan beracun*. Jakarta.

- Pickett, L.M. et al. 2008. *Visualization of Diesel Spray Penetration, Cool-Flame Ignition, High-Temperatur Combustion, and Soot Formation Using High-Speed Imaging*. Sandia National Laboratories : 1-18.
- Ryan, S.E. Porth, L.S. 2007. *A tutorial on the piecewise regression approach applied to bedload transport data*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-189. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 41 p.
- Rachman, A.M. 2013. *Manajemen Terhadap Limbah Bengkel*. Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin. Universitas Gunadarma. Depok.
- Raharjo, W. P. 2009. Pemanfaatan Oli Bekas dengan Pencampuran Minyak Tanah sebagai Bahan Bakar pada *Atomizing Burner*. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi* 10(2): 156 – 168.
- Santoso, J. 2010. *Uji Minyak Pirolisis dan Uji Performasi Kompor Berbahan Bakar Minyak Pirolisis dari Sampah Plastik*. Skripsi S1 Teknik Mesin FT. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Silaban, M. 2011. Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Perbandingan Pelumas Mineral dan Sintetis. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 1(12): 33-44.
- Sugiyono, 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Supriyanto, B. 2007. *Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Pembakaran Oli Bekas Menggunakan Atomizing Burner Untuk Peleburan Alumunium*. Skripsi S1 Teknik Mesin FT. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Tang, F. et al. 2018. *Effect of Crosswind and Burner Aspect Ratio on Flame Characteristics and Flame Base Drag Length of Diffusion Flame*. University of Warwick : 1-35.
- Wiratmaja, IG. 2010. Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 4(2) : 145-154.
- Wiyatmo, Y., dan P, Budi. 2012. Rancang Bangun Termometer Suhu Tinggi Dengan Termokopel. *Jurnal Pendidikan Fisika FMIPA UNY* 1(1) : 1-11.
- Zain, A. M., Shaaban, G., dan Mahmud, H. 2014 . *Leachability of metal ions in TCLP leachate of solidified petroleumsludge*. *Key Engineering Material*, 595: 1094–1098.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Penetapan Dosen Pembimbing



**KEPUTUSAN  
DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
Nomor: 1798 / FT - UNNES / 2018**

**Tentang  
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER  
GASAL/GENAP  
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

- Menimbang** : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat** : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)  
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES  
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;  
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang** : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Tanggal 20 Desember 2018

**MEMUTUSKAN**

**Menetapkan** :

**PERTAMA** :

Menunjuk dan menugaskan kepada:

Nama : Dr., Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPP

NIP : 196809241994031002

Pangkat/Golongan : IV/b

Jabatan Akademik : Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : Yohan Widhi Atmojo

NIM : 5201415008

Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin

Topik : Perancangan kompor dengan bahan bakar oli bekas

**KEDUA** :

Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan  
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik  
2. Ketua Jurusan  
3. Petinggal



DITETAPKAN DI : SEMARANG  
TANGGAL : 21 Desember 2018

Drs. Nur Qudus, M.T.  
NIP. 196911301994031001

5201415008

FM-03-AKD-24/Rev. 00

## Lampiran 2. Persetujuan Seminar Proposal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
 FAKULTAS TEKNIK  
 JURUSAN TEKNIK MESIN  
 Gedung E9, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang. 50229  
 Telepon/Fax: 024-8508101  
 Laman: <http://mesin.unnes.ac.id>; E-mail: [teknik.mesin@mail.unnes.ac.id](mailto:teknik.mesin@mail.unnes.ac.id)

## PERSETUJUAN SEMINAR PROPOSAL

Yang bertanda tangan dibawah ini menyetujui usulan pelaksanaan seminar proposal skripsi mahasiswa dibawah ini:

Nama/NIM : Yohan Widhi Atmojo/ 5201415008  
 Prodi : Pendidikan Teknik Mesin  
 Judul TA/Skripsi : Pengaruh Variasi Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar dan Sifat Nyala Api Pembakaran Oli Bekas pada Kompok Gas

Hari/ Tgl. Seminar : Jumat / 19 Juli 2019  
 Jam : 09.00  
 Tempat : Ruang Seminar

Berdasarkan pertimbangan program studi diputuskan calon penguji untuk diundang sebagai berikut:

1. Penguji 1 : *D. Wirawan Sembodo, MT*
2. Penguji 2 : *Krisnanto, S.Pd., MT*
3. Pembimbing : Dr., Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPP

Semarang, 05 Juli 2019  
 Koordinator Prodi Pend. Teknik Mesin S1

Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
 NIP. 19740321 1999031002

dan telah memenuhi syarat sebagai berikut:

- Bukti pernah mengikuti seminar proposal minimal 5 kali
- Selesai bimbingan proposal
- Pengumuman undangan mahasiswa (sesuai format)
- Lembar presensi peserta
- Ringkasan proposal untuk peserta seminar

<sup>15</sup>  
 Semarang, ~~05~~ Juli 2019  
 Petugas Administrasi,

## Lampiran 3. Daftar Menghadiri Seminar Proposal

**DAFTAR HADIR**  
**SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI/TA**

NAMA : Yohani Widhi Atmaja  
 NIM : 5201915008  
 PROGRAM STUDI : PTM

No.	Hari, Tanggal	Proposal yang Diseminarkan		Paraf Dosen Pendamping
		Peneliti	Judul	
	Selasa / 9-11-18	Sabbara Lurmana	Pengaruh variasi media pendingin dan spindle terhadap ketahanan permukaan	
	Kamis. 03-01-2019	Moh Noor Riza	Pengembangan Alat Peraga Sistem Power Motor Pengukuran listrik pada Mata Kuliah Praktek Bodi	
	Rabu / 9-12 / 2018	Ahmad Saekul Anam	Analisis Daya dan Torque Sepeda motor vario 125cc dengan knalpot busukgi Embos VDP	
	Senin / 14-1 / 2019	Starna Nur W	Pengaruh temperatur sens dan jumlah bilah NACA 3612 terhadap performa Turbin Angin sumbu Horizontal Glass	
	Jumat / 18 / 1 / 2019	Muhammad Izzandi	Penerapan metode Platform dan analisis chaos model listrik berbasis software simulasi inverter profesional 2018	
	Kamis / 9 / 03 / 2019	Muchtar KA	Pengaruh penggunaan catalytic converter berbahan selenium chrome terhadap emisi Gas buang SPM	

## Lampiran 4. Berita Acara Seminar Proposal

**BERITA ACARA  
SEMINAR PROPOSAL**

## Proposal Skripsi Mahasiswa:

Nama : Yohan Widhi Atmojo  
NIM : 5201415008  
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Tekanan Udara Terhadap Waktu  
Konsumsi Bahan Bakar dan Sifat Nyala Api Pembakaran  
Oli Bekas pada Kompor Gas

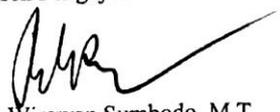
## Telah diseminarkan pada

Hari/Tanggal : Jumat, 19 Juli 2019  
Waktu : 08.00 WIB - Selesai  
Tempat : Gedung E9, ruang seminar, lantai 2  
Jumlah Dosen Hadir : 2  
Jumlah Mahasiswa Hadir : 20  
Kesimpulan Hasil Seminar : ~~Proposal tidak direvisi~~ / Proposal direvisi \*)

Semarang, 19 Juli 2019

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.  
NIP.196601051990021002

Kriswanto, S.Pd, M.T.  
NIP.198609032015041001

Dosen Pembimbing



Dr., Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPP  
NIP. 196809241994031002

## Lampiran 5. Surat Tugas Dosen Penguji



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
 FAKULTAS TEKNIK  
 Gedung Dekanat Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229  
 Telepon/Fax (024) 8508101 - 8508009  
 Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: [ft@mail.unnes.ac.id](mailto:ft@mail.unnes.ac.id)

**SURAT TUGAS**

Nomor : 7625/UN37.1.5/TD.06/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang memberi tugas kepada Saudara yang namanya tersebut di bawah ini sebagai Penguji Seminar Proposal Skripsi Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Adapun nama-namanya sebagai berikut:

No	Nama / NIP	Pangkat / Golru	Tugas
1	Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. 196601051990021002	Pembina Tk. I, IV/b	Penguji 1
2	Kriswanto, S.Pd., M.T. 1986090320140111151	Penata Muda Tk. I, III/b	Penguji 2
3	Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPP. 196806241994031003	Pembina Tk. I, IV/b	Pembimbing

untuk menguji mahasiswa :

Nama : Yohan Widhi Atmojo  
 NIM : 5201415008  
 Prodi : S1 Pendidikan Teknik Mesin  
 Topik : PENGARUH VARIASI TEKANAN UDARA TERHADAP WAKTU KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN SIFAT NYALA API PEMBAKARAN OLI BEKAS PADA KOMPOR GAS  
 Waktu : Jumat, 19 Juli 2019  
 Jam : 08.00 s.d selesai  
 Tempat : Gedung E9, Ruang Seminar, Lantai 2  
 Pakaian : Hitam Putih Jas Almamater

Demikian agar tugas dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.



Tembusan :  
 1. Wakil Dekan Bidang II;  
 2. Ketua Jurusan TM;  
 3. Kasubbag Keuangan,  
 Fakultas Teknik UNNES

## Lampiran 6. Pernyataan Selesai Revisi Proposal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
 FAKULTAS TEKNIK  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
 Gedung E9, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
 Telepon/Fax: 024-8508101  
 Laman: <http://mesin.unnes.ac.id>, E-mail: [teknik\\_mesin@mail.unnes.ac.id](mailto:teknik_mesin@mail.unnes.ac.id)

**LEMBAR PERNYATAAN SELESAI REVISI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji Skripsi mahasiswa:

Nama : Yohan Widhi Atmojo  
 NIM : 5201415008  
 Prodi : Pendidikan Teknik Mesin, S1

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah SELESAI melaksanakan revisi seminar proposal skripsi yang berjudul:

“Pengaruh Variasi Tekanan Udara Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar dan Sifat Nyala Api Pembakaran Oli Bekas pada Kompor (*Burner*)”.

Dan penelitian tersebut siap untuk di laksanakan.

Dosen Penguji 1

Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.  
 NIP. 196601051990021002

Semarang, 23 Desember 2019

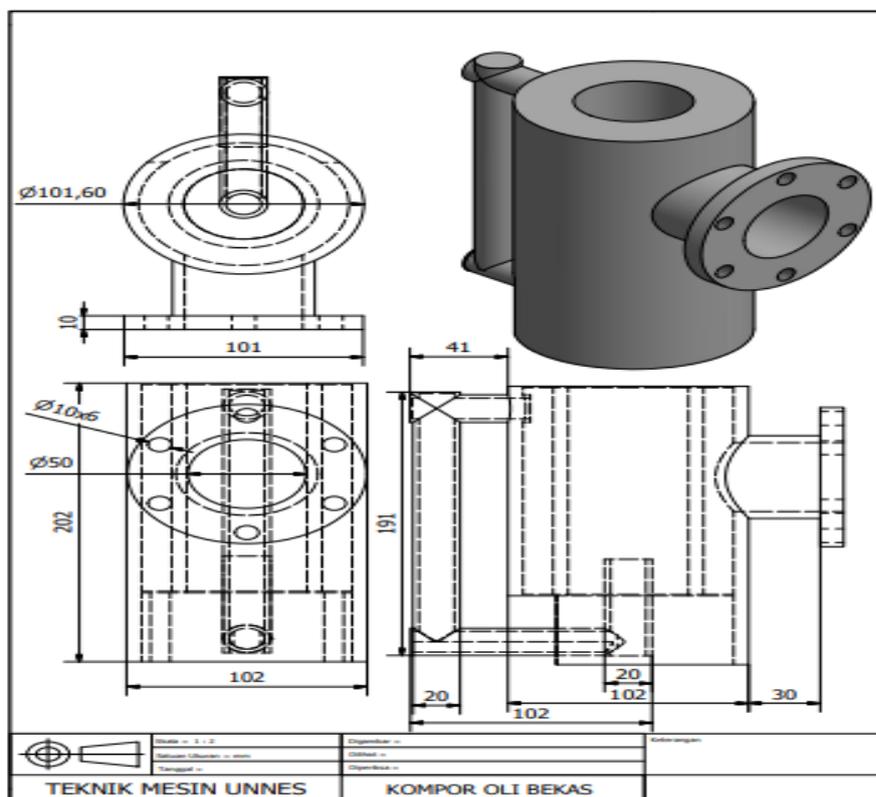
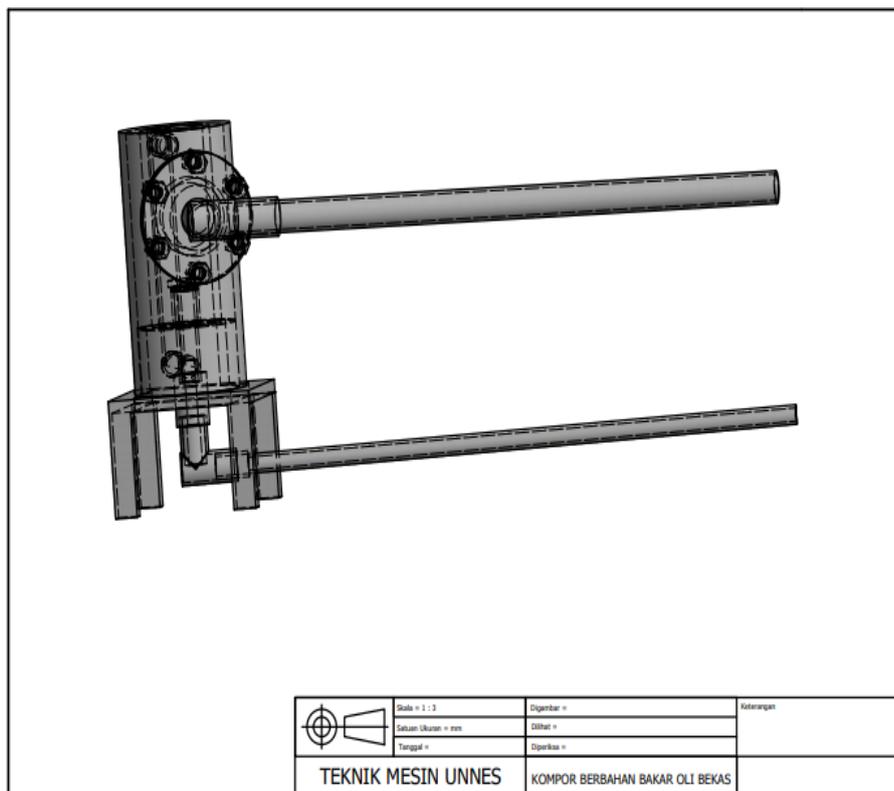
Dosen Penguji 2

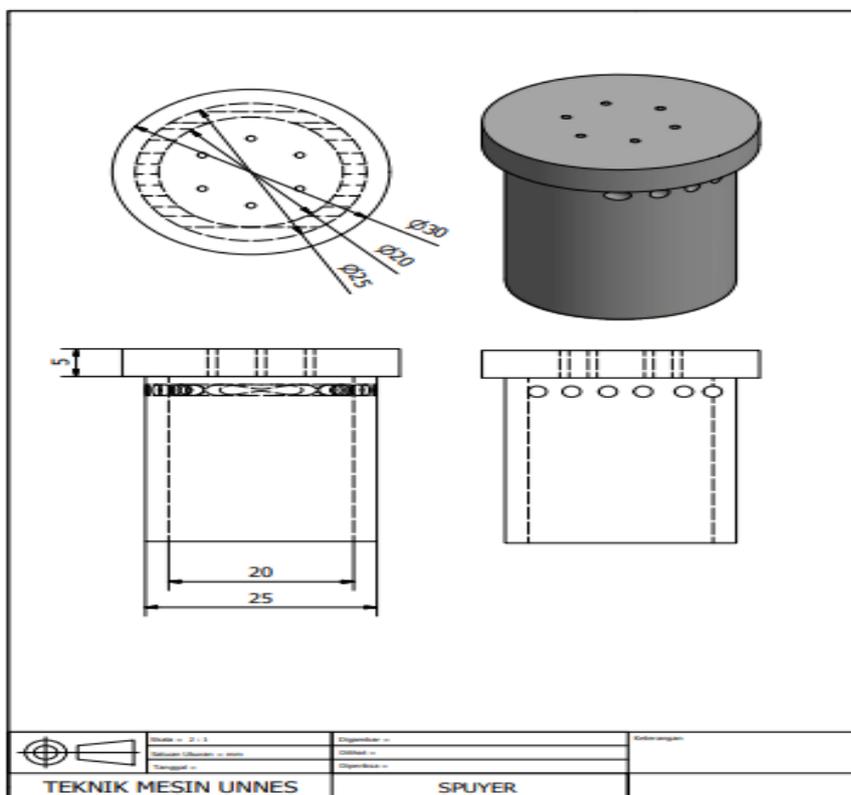
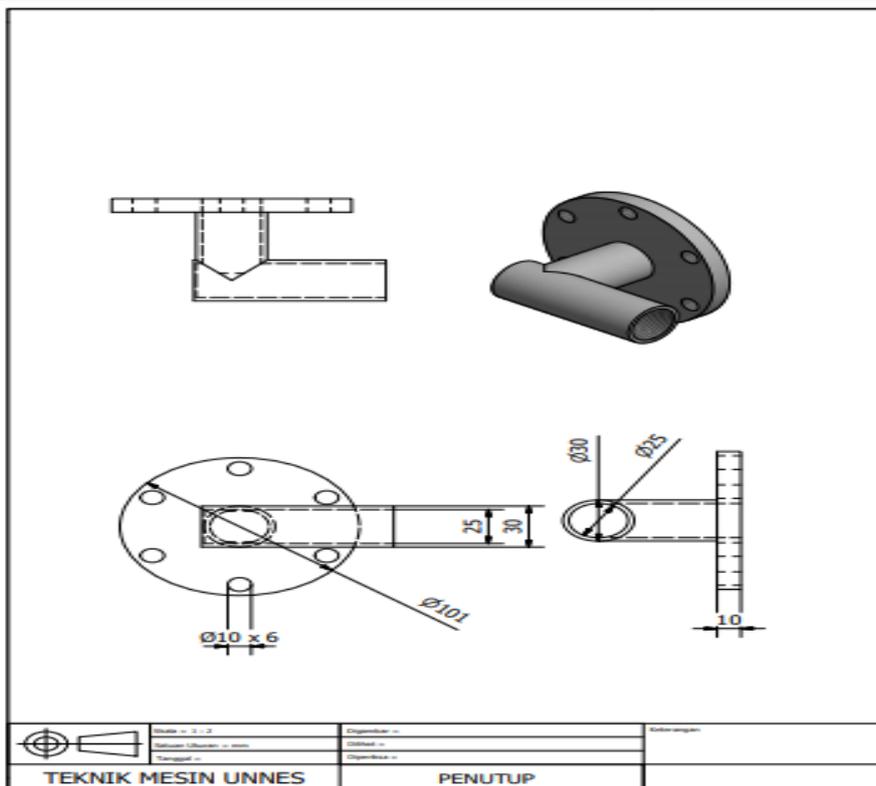
Kriswanto, S.Pd., M.T.  
 NIP. 1986090320140111151

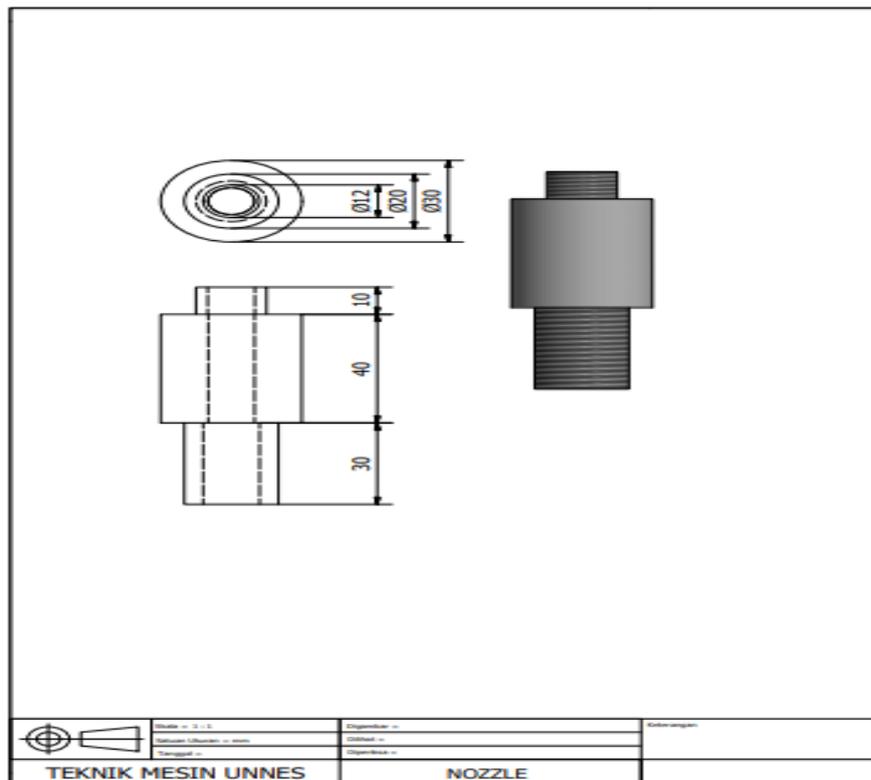
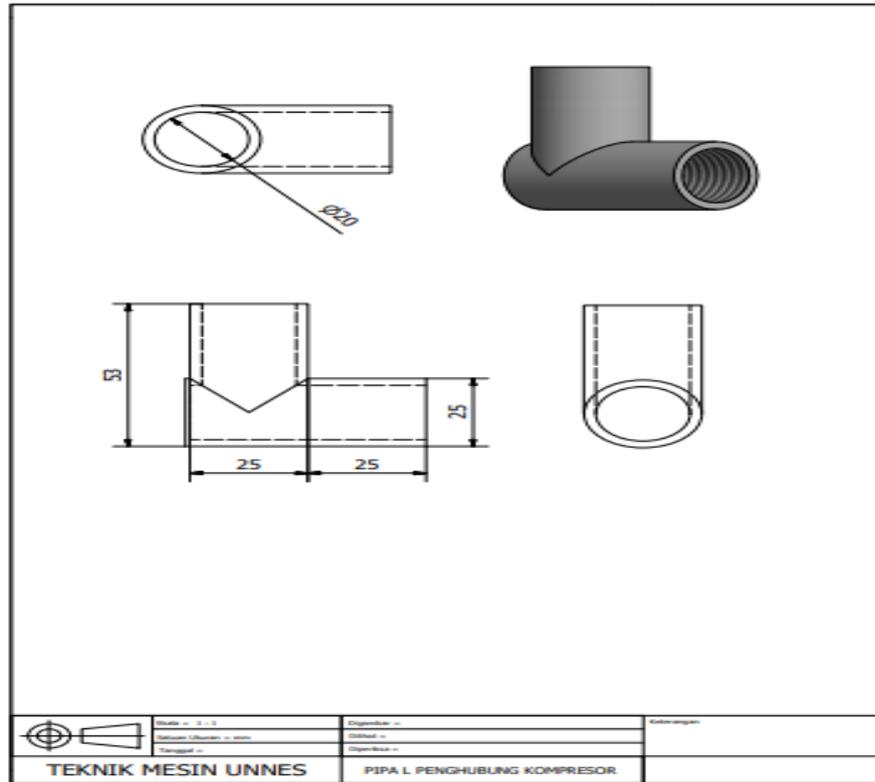
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPM., ASEAN Eng.  
 NIP. 196806241994031003

Lampiran 7. Desain Kompor (*burner*)







## Lampiran 8. Hasil Waktu Konsumsi Bahan Bakar

Alarm Clock Stopwatch T ⋮



Tekanan 1 Bar

Alarm Clock Stopwatch T ⋮



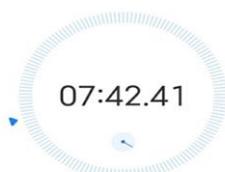
Tekanan 1.5 Bar

Alarm Clock Stopwatch T ⋮



Tekanan 2 Bar

Alarm Clock Stopwatch T ⋮



Tekanan 2.5 Bar

Alarm Clock Stopwatch T ⋮



Tekanan 3 Bar

## Lampiran 9. Hasil Uji Sifat Nyala Api

Tekanan (Bar)	Gambar	Panjang (m)	Temperatur ( $^{\circ}$ C)
1		0.83	801.63
1.5		1.06	867.43
2		1.29	946.06
2.5		1.38	976.13
3		1.57	1141

## Lampiran 10. Hasil Pengukuran Temperatur

Tekanan 1 Bar		
Menit	Temperatur (°C)	Gambar
1	788,9	
2	796	
3	820	

Tekanan 1.5 Bar		
Menit	Temperatur (°C)	Gambar
1	845,7	
2	863,2	
3	893,4	

Tekanan 2 Bar		
Menit	Temperatur (°C)	Gambar
1	921.8	
2	955.4	
3	961	

Tekanan 2.5 Bar		
Menit	Temperatur (°C)	Gambar
1	966.1	
2	975.3	
3	986.5	

Tekanan 3 Bar		
Menit	Temperatur (°C)	Gambar
1	1126	
2	1143	
3	1154	

## Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian

Kompor (*burner*)

Penyalan Awal Kompor



Pemanasan Awal Kompor



Proses Penelitian



Pengambilan Data Temperatur



Termokopel tipe-K