



**ANALISIS ALAT PEMBAKAR SAMPAH BERBAHAN BAKAR
OLI BEKAS MINYAK JELANTAH DAN UAP AIR**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

DENY ADITYA NUR ICHSAN

NPM. 6420600092

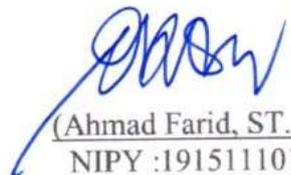
**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

2023

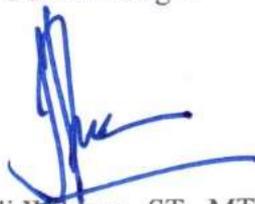
LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH LAPORAN SKRIPSI

Judul : ANALISIS ALAT PEMBAKAR SAMPAH BERBAHAN
BAKAR OLI BEKAS MINYAK JELANTAH DAN UAP
AIR
Nama Penulis : DENY ADITYA NUR IHCSAN
NPM : 6420600092

Tegal, 15 Juli 2023
Pembimbing I


(Ahmad Farid, ST., MT)
NIPY :191511101978

Tegal, 27 Juli 2023
Pembimbing II


(Hadi Wibowo, ST., MT)
NIPY : 2065164971

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

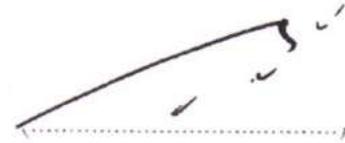
Skripsi dengan judul "**Analisis Alat Pembakar Sampah Berbahan Bakar Oli Bekas Minyak Jelantah Dan Uap Air**" karya skripsi dari Deny Aditya Nur Ihsan dengan NPM: 6420600092 telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal, pada:

Hari :

Tanggal :

Ketua Sidang

Dr. Agus Wibowo, S.T., MT
NIDN.0618107201



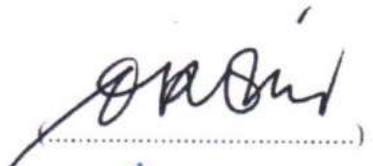
Penguji Utama

Ir. Soebyakto, MT
NIDN.0603026001



Penguji 1

Ahmad Farid, ST, MT
NIDN. 0611107602



Penguji 2

Hadi Wibowo, ST., MT
NIDN.0616047101



Disahkan,

Dekan FTIK UPS Tegal,



Dr. Agus Wibowo, S.T., M.T
NIDN.0618107201

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Optimasi Alat Pembakar Sampah Berbahan Bakar Oli Bekas Dan Uap Air**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Tegal, **JULI** 2023

Yang Membuat Pernyataan



Deny Aditya Nur Ichsan

MOTO DAN PERSEMBAHAN

Moto:

1. Jadikanlah Sholat dan Do'a sebagai solusi dalam setiap permasalahanmu
2. Sebaik-baiknya manusia adalah manusia yang paling banyak manfaatnya untuk orang lain.
3. Ketika anda punya reputasi nama yang baik, itu melebihi kekayaan yang besar.
4. Saat kamu akan melakukan sesuatu, jangan tunggu sampai keadaannya sempurna, lakukanlah saja dulu walau hanya sedikit demi sedikit.
5. Kegagalan adalah kesuksesan yang tertunda
6. Barangsiapa yang bersungguh-sungguh dia akan berhasil.

Persembahan

Dengan mengucapkan Alhamdulillah sebagai rasa syukur, penulis mempersembahkan skripsi ini untuk orang-orang yang disayangi:

1. Ibu, ayah dan keluarga yang aku cintai.
2. Liza Monica Ayuning Putri yang aku sayangi.
3. Bapak dan ibu dosen serta staff karyawan dan tata usaha UPS Tegal.
4. Teman-teman kelas ekstensi angkatan 2020.

PRAKATA

Alhamdulillah hirobbil alamin, penyusunan skripsi ini dengan judul “**Analisis Alat Pembakar Sampah Berbahan Bakar Oli Bekas Minyak Jelantah Dan Uap Air**” dapat diselesaikan dengan baik.

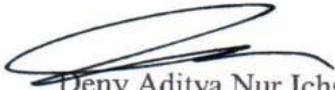
Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan Studi Strata I (satu) guna meraih gelar Sarjana Teknik Mesin. Atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan untuk penyusunan skripsi ini maka penyusun menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Taufiqullah, M. Hum. selaku Rektor Universitas Pancasakti Tegal.
2. Dr. Agus Wibowo, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
3. Ahmad Farid, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang memberikan bimbingan, petunjuk, dan saran yang bermanfaat selama penyusunan skripsi.
4. Hadi Wibowo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang memberikan bimbingan, petunjuk, dan saran yang bermanfaat selama penyusunan skripsi.
5. Segenap Dosen dan Staff Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
6. Bapak dan ibu serta keluargaku yang tak pernah lelah mendoakan dan mendukungku.
7. Liza Monica Ayuning Putri yang telah mendukung dalam segala hal.
8. Semua pihak yang telah membantu hingga skripsi ini selesai, semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan kemampuan penyusun yang terbatas. Harapan penyusun, semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Tegal, Juli 2023

Penulis,


Deny Aditya Nur Ichsan

ABSTRAK

Deny Aditya Nur Ichsan, 2023. “Analisis Alat Pembakar Sampah Berbahan Bakar Oli Bekas Minyak Jelantah Dan Uap Air”. Skripsi program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti Tegal.

Kendala yang ada pada alat pembakar sampah yang pernah dibuat sebelumnya yaitu: 1). Lamanya awal pembakaran dalam pemanasan air menjadi uap, 2). Tidak adanya control level air, 3) tidak ada control level bahan bakar oli, 4). Pembakaran oli kurang bisa menyala besar karena kurangnya sirkulasi udara. Dari beberapa permasalahan tersebut inilah yang menjadikan penulis untuk melakukan optimasi pada alat sebelumnya sehingga pembakar sampah dapat bekerja secara optimal dan efisien.

Metode dalam pelaksanaan penelitian ini untuk digunakan penulis dalam melakukan penelitian dan penulisan skripsi ini dengan metode eksperimen. Pelaksanaan penelitian eksperimen ini bermaksud yang dimana dalam prosesnya melalui pencarian pengaruh penggunaan jenis bahan bakar oli bekas, minyak jelantah dan campuran keduanya terhadap variable-variabel tertentu dalam kondisi yang diamati dan terkontrol yaitu meliputi kualitas nyala api, konsumsi bahan bakar, lamanya waktu air mendidih dan keluar uap, sampai dengan daya dan efisiensi kompor.

Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa kompor jet berbahan bakar oli bekas, minyak jelantah dan campuran dengan penambahan uap air dengan memiliki kualitas nyala api pembakaran yang baik yaitu pada oli bekas dengan warna api putih kuning dengan temperature rata-rata mencapai 354.2°C . Pada bahan bakar campuran (oli bekas + jelantah) warna api kuning, temperature mencapai 326.43°C sedangkan penggunaan bahan bakar minyak jelantah warna api merah kekuningan dengan tempertatur tettinggi 319.23°C .

Hasil lain dari penelitian yang dilakukan bahwa waktu penguapan air 1liter tercepat yaitu dengan menggunakan bahan bakar oli bekas dengan waktu yaitu 6.09 menit, kemudian dengan minyak campuran 7.12 menit dan minyak jelantah 8.75 menit. Sedangkan konsumsi bahan bakar yang paling banyak pada kompor jet ini yaitu dengan menggunakan bahan bakar oli bekas dengan jumlah yaitu 0.22ml/s, kemudian dengan minyak campuran yaitu 0.21ml/s dan minyak jelantah 0.17 ml/s.

Adapun daya terbesar yang dihasilkan dari kompor pada pemasakan air 1liter yaitu dengan menggunakan bahan bakar campuran yaitu mencapai 270.96Watt, kemudian dengan jelantah 248.23Watt dan oli bekas 235.22Watt. Sedangkan efisiensi termal tertinggi yaitu dengan menggunakan bahan bakar oli bekas yaitu 1.01 kemudian dengan minyak campuran 0.63 dan minyak jelantah 0.36.

Kata kunci: Kompor jet, uap air, oli bekas, minyak jelantah

ABSTRACT

Deny Aditya Nur Ichsan, 2023. "Analysis of Waste Burners Vapor Using Used Cooking Oil as Fuel and Water Vapor". Thesis for the Mechanical Engineering study program, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University of Tegal.

Constraints that exist in the trash burner that has been made before, namely: 1). Initial duration of combustion in heating water to steam, 2). No water level control, 3) no fuel oil level control, 4). Oil burning is less able to light up due to lack of air circulation. From some of these problems, this is what makes the author to optimize the previous tool so that the garbage burner can work optimally and efficiently.

The method in carrying out this research is for the author to use in conducting research and writing this thesis with the experimental method. The purpose of carrying out this experimental research is to search for the effect of using used fuel oil, used cooking oil and a mixture of both on certain variables under observed and controlled conditions, which include flame quality, fuel consumption, length of time the water boils and steam comes out, up to the power and efficiency of the stove.

From the results of research conducted, jet stoves fueled by used oil, used cooking oil and mixtures with the addition of water vapor have a good flame quality, namely used oil with a yellow white flame with an average temperature of 354.20C. The mixed fuel (used oil + used cooking oil) has a yellow flame, the temperature reaches 326,430C while the use of used cooking oil has a yellowish-red flame with the highest temperature of 319,230C.

Another result from the research conducted was that the fastest evaporation time for 1 liter of water was by using used fuel oil with a time of 6.09 minutes, then with mixed oil 7.12 minutes and used cooking oil 8.75 minutes. While the most fuel consumption on this jet stove is by using used fuel oil with an amount of 0.22ml/s, then with mixed oil which is 0.21ml/s and used cooking oil 0.17 ml/s.

The biggest power generated from the stove when cooking 1 liter of water is by using mixed fuel, which reaches 270.96 Watts, then using used cooking oil 248.23 Watts and 235.22 Watts of used oil. While the highest thermal efficiency is using used fuel oil which is 1.01 then with mixed oil 0.63 and used cooking oil 0.36.

Keywords: Jet stove, water vapor, used oil, used cooking oil

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Permasalahan	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	5
E. Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Landasan Teori	8
B. Tinjauan Pustaka.....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	45
A. Metode Penelitian.....	45
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	45

C. Variabel Penelitian	46
D. Metode Pengumpulan Data	47
E. Alat Dan Bahan Penelitian.....	49
F. Desain Alat Peraga	52
G. Langkah Penelitian	52
H. Teknik Pengelolahan Data.....	55
I. Diagram Alir Eksperimen	56
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	58
A. Hasil Penelitian.....	58
B. Pembahasan	71
BAB V PENUTUP.....	76
A. Kesimpulan.....	76
B. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pembakar sambah bahan bakar oli bekas dan uap air	3
Gambar 2. 1 Pencemaran lingkungan sampah padat	10
Gambar 2. 2 Sampah yang menumpuk	12
Gambar 2. 3 Sampah organik.....	14
Gambar 2. 4 Sampah anorganik	15
Gambar 2. 5 Oli bekas.....	17
Gambar 2. 6 Tungku sirkulasi naik	30
Gambar 2. 7 Tungku sirkulasi terbalik.....	31
Gambar 2. 8 Tungku sirkulasi mendatar	32
Gambar 2. 9 Macam-macam warna api	39
Gambar 3. 1 Aplikasi stopwatch smartphone	49
Gambar 3. 2 Industrial infrared thermometer digital	50
Gambar 3. 3 <i>Pressure gauge</i>	50
Gambar 3. 4 Desain dan bahan alat peraga	52
Gambar 3. 5 Desain alat peraga dari semua sisi.....	53
Gambar 3. 6 Diagram alir persiapan eksperimen.....	57
Gambar 4. 1 Proses pengukuran air dengan gelas ukur	58
Gambar 4. 2 Proses uji coba penyalaan kompor	59
Gambar 4. 3 Proses penelitian.....	60
Gambar 4. 4 Grafik penggunaan jenis bahan bakar terhadap temperatur api pembakaran	72
Gambar 4. 5 Grafik penggunaan jenis bahan bakar terhadap waktu pembakaran	73
Gambar 4. 6 Grafik penggunaan jenis bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar	73
Gambar 4. 7 Grafik penggunaan jenis bahan bakar terhadap daya kompor	74
Gambar 4. 8 Grafik penggunaan jenis bahan bakar terhadap efisiensi thermal	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Viskositas Beberapa Jenis Fluida.....	19
Tabel 2. 2 Bahan Pencemar yang Termasuk Limbah B3.....	20
Tabel 2. 3 Typical Operating Viscosity Ranges.....	22
Tabel 2. 4 Peringkat oli SAE.....	25
Tabel 2. 5 Komposisi kimia baja ST37.....	39
Tabel 2. 6 Sifat mekanis baja ST37	39
Tabel 3. 1 Tabel rencana penelitian	46
Tabel 3. 2 Tabel form data penelitian	56
Tabel 4. 1 Hasil pengujian variasi jenis bahan bakar terhadap temperatur nyala api dan air	61
Tabel 4. 2 Visualisasi nyala api pada pengujian bahan bakar	62
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar	64
Tabel 4. 4 Hasil perhitungan jenis bahan bakar terhadap daya kompor	67
Tabel 4. 5 Hasil perhitungan jenis bahan bakar terhadap efisiensi terhadap kompor.....	70

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2. 1 Grafik indeks viskositas dengan temperatur.....	23
Grafik 4. 1 Grafik penggunaan jenis bahan bakar terhadap temperatur air pemabakaran	71

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pengolahan sampah di Indonesia saat ini pada umumnya masih menggunakan metode-metode yang sederhana dan terbilang tradisional, ini menyebabkan sering terjadinya praktek pembuangan secara sembarangan, termasuk dengan sampah-sampah B3 yang dimana sampah tersebut memerlukan penanganan tertentu dengan aturan-aturan yang berlaku. Pengelolaan sampah saat ini diatur dalam Peraturan Pemerintah UU No 18 Tahun 2008. Pengelolaan dan pengurangan sampah yang dijelaskan pada UU yang telah disebutkan dilakukan dari sumber sampah hingga akhir sudah diatur oleh pemerintah dan melalui proses-proses yang ditentukan. (Sekretariat Jenderal DPR RI, 2022).

Masalah sampah merupakan isu penting dalam hal jumlah sampah dan pengolahan sampah yang selalu dihadapi oleh masyarakat, hingga saat ini pengelolaan menjadi fokus besar pemerintah. Menurut data yang dikeluarkan oleh SIPSAN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional) pada data capaian tahun 2021 yang terdiri dari data gabungan 134 kabupaten/kota se-Indonesia terdapat jumlah sampah sebanyak 16.833.762,44 ton dengan 71.55% sampah terkelola sebanyak 12.044.452,82 ton dan 28.45% sampah tidak terkelola sebanyak 4.789.309,92 ton. Jumlah sampah tersebut merupakan hasil dari aktifitas manusia baik yang berasal dari rumah tangga maupun industry. Penyumbang terbesar dalam hal ini adalah sampah rumah tangga pada area perkotaan dengan persentase sampah yang dibuang pertahun sebanyak 38.9%, dan komposisi sampah yang tebuang

25.6% sampah organik dan 74.4% adalah sampah anorganik seperti plastik, kertas, kayu, ranting, karet, kulit, kaca dan lainnya. (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, et al. 2022)

Oli bekas yang dihasilkan dari macam-macam aktifitas manusia yang salah satunya pada kegiatan otomotif atau bengkel kendaraan bermotor, aktifitas tersebut menjadi penyumbang limbah tumpahan atau oli bekas. Oli bekas memiliki zat logam berat dari hasil penggunaan di kendaraan bermotor sebagai pelumas mesin yang sangat merugikan bagi lingkungan terutama air dan tanah. limbah oli bekas merupakan produk yang tidak dapat dihindari oleh setiap kendaraan bermotor bila tidak ditangani dengan baik atau dimanfaatkan kembali maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan.(Pratama, et al. 2020).

Karena dengan jumlah sampah yang tinggi disertai dengan limbah oli bekas yang sama tingginya, bila tidak ditangani dengan serius permasalahan tersebut akan meluas. Maka lebih baik untuk memanfaatkan potensi-potensi yang ada, seperti pada oli bekas. Oli bekas masih memiliki daya bakar tinggi bila dimanfaatkan dengan baik dan benar manfaat yang diberikan dari bahan sisa pelumas kendaraan ini dapat menjadi solusi permasalahan sampah yang menumpuk. Oli bekas dapat menjadi bahan bakar untuk membakar sampah namun akan lebih efektif bila dirancang sebuah alat berupa tungku yang dimana alat tersebut memiliki efektifitas dalam pembakaran. Efektifitas dari perancangan tersebut dapat dilihat dari pembakaran oli bekas dengan api yang dihasilkan, dengan begitu bila api yang dihasilkan efektif maka pembakaran sampah akan menjadi lebih efisien.

Seperti halnya yang dilakukan para peneliti sebelumnya yaitu Yuan DS. dan Aris Y. dari program studi Teknik Mesin UPS Tegal yang merancang dan menganalisa tentang alat pembakar sampah dari bahan bakar oli bekas dan uap air menghasilkan alat yang sudah dapat diaplikasikan di masyarakat sebagai pembakar sampah. Namun dalam implementasinya masih menemukan beberapa kendala yang diharapkan dapat diperbaiki atau dioptimalkan. Diantara kendala yang ada pada alat pembakar sampahnya yaitu: 1). Lamanya awal pembakaran dalam pemanasan air menjadi uap, 2). Tidak adanya control level air, 3) tidak ada control level bahan bakar oli, 4). Pembakaran oli kurang bisa menyala besar karena kurangnya sirkulasi udara. Dari beberapa permasalahan tersebut inilah yang menjadikan penulis untuk melakukan optimasi pada alat sebelumnya sehingga pembakar sampah berbahan bakar oli bekas dan uap air dapat bekerja secara optimal dan efisien. Berikut adalah gambar hasil rancangan alat sebelumnya.



Gambar 1.1 Pembakar sampah berbahan bakar oli dan uap air
(Sumber: Aris Y. 2022)

Jadi maksud optimasi dari judul ini adalah meningkatkan nilai efektifitas dari alat sebelumnya yang sudah dibuat sehingga dapat dicapai produktivitas kinerjanya.

B. Batasan Masalah

Dari latar belakang diatas maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Tungku pembakar sampah ini bekerja dengan menguapkan air yang keluar bercampur untuk peningkat nyala api.
2. Menggunakan variasi diameter nozel \varnothing 20 mm
3. Menggunakan variasi jenis bahan bakar dari oli bekas, minyak jelantah dan campuran keduanya.
4. Hasil pengukuran kualitas nyala berupa temperature api, waktu penyalaan dan warna api
5. Hasil efisiensi menggunakan persamaan perhitungan kecepatan pembakaran dan konsumsi bahan bakar.
6. Proses optimasi yaitu dengan melakukan rancang ulang alat yaitu pada:
 - a. Perubahan pada bahan plat bawah,
 - b. Penambahan tabung penampung level air
 - c. Penambahan tabung control level ahan bakar oli,
 - d. Penambahan lubang sirkulasi udara pada ruang pembakaran oli.

C. Rumusan Permasalahan

Dari latar belakang diatas maka ditentukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas nyala api pada kompor sampah ini dengan variasi bahan bakar oli bekas, minyak jelantah dan campuran keduanya?

2. Bagaimana waktu penghasilan uap dan konsumsi bahan bakar pada kompor sampah ini dengan variasi bahan bakar oli bekas, minyak jelantah dan campuran keduanya?
3. Berapa daya dan efisiensi thermal yang dihasilkan dari kompor sampah ini dengan variasi bahan bakar oli bekas, minyak jelantah dan campuran keduanya?

D. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Ada beberapa tujuan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui hasil proses pembakaran yang optimal pada ruang bahan bakar oli bekas setelah dilakukan penambahan lubang ventilasi.
- b. Untuk mengetahui hasil kecepatan penghasilan uap dari proses perubahan bahan plat pada ruang penampung air.
- c. Untuk mengetahui hasil kualitas nyala api dari proses optimasi yang dilakukan.
- d. Untuk mengetahui efisiensi pembakaran dari proses optimasi yang dilakukan.

2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini terbagi menjadi beberapa manfaat yaitu sebagai berikut :

- a. Dapat mengetahui hasil proses pembakaran yang optimal pada ruang bahan bakar oli bekas setelah dilakukan penambahan lubang ventilasi.
- b. Dapat mengetahui hasil kecepatan penghasilan uap dari proses perubahan bahan plat pada ruang penampung air.
- c. Dapat mengetahui hasil kualitas nyala api dari proses optimasi yang dilakukan.
- d. Dapat mengetahui efisiensi pembakaran dari proses optimasi yang dilakukan.

E. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini dibagi menjadi lima bab yang akan dijelaskan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang permasalahan, kemudian terdapat rumusan permasalahan, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan teori-teori yang digunakan dalam penelitian dan juga terdapat beberapa tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu terkait dengan topik penelitian yang akan dilakukan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini memaparkan secara metodologis alur penelitian mulai dari metode penelitian yang digunakan, waktu dan tempat, populasi dan sampel, teknik pengambilan sampelnya, pengumpulan data, metode analisis data dan diagram alur penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menjelaskan hasil penelitian yang dilakukan kemudian juga akan menjelaskan pembahasan penelitian sesuai dengan temuan dari pelaksanaan penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup yang berisi penjelasan terkait kesimpulan penelitian dan saran atas penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Rancang Bangun

Rancang bangun merupakan gabungan dari dua kata yang memiliki arti masing-masing. Rancang yang berarti serangkaian langkah prosedural yang menjelaskan hasil dari sebuah analisa yang berhubungan dengan pengamatan untuk menjalankan suatu maksud tertentu dengan menjelaskan secara rinci tentang apa yang akan dibangun. Bangun merupakan kegiatan secara praktis untuk membangun sebuah struktur nyata secara fisik maupun program dengan tujuan menggantikan, memperbaiki atau memperbarui suatu struktur yang sudah ada.

Dengan demikian rancang bangun adalah kegiatan yang menerapkan hasil terjemahan yang berasal dari analisa-analisa yang telah dilakukan menjadi suatu struktur utuh dengan maksud menggantikan atau memperbaiki struktur yang sudah ada.

2. Lingkungan

Lingkungan merupakan sebuah bentuk dari kesatuan dari ruang keseluruhan benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup termasuk yang didalamnya adalah manusia beserta perilaku-perilaku yang terlibat dalam berkelangsungan sebuah kehidupan. Selain itu pada umumnya dianalogikan sebagai sesuatu yang ada di ruang lingkup kehidupan. Lingkungan adalah kumpulan dari segala sesuatu yang dimana ada pembentukan kondisi dan

akan berdampak secara langsung maupun tidak langsung terhadap kehidupan dalam bentuk apapun termasuk dalam kelompok pada area tertentu. (Rambe., 2021).

Menurut bahasa lingkungan adalah jumlah dari semua benda dan kondisinya yang terdapat dalam ruang yang ditempati sebagai pengaruh di kehidupan kita. Secara teori ruang lingkungan tidak memiliki nilai batasan, oleh karena itu sebagai contoh matahari, bintang, dan alam semesta termasuk didalamnya. Namun secara praktis ruang diberikan batasan-batasan tertentu menurut kebutuhan untuk ditentukan oleh faktor-faktor alam seperti tebing, sungai, gunung, laut termasuk didalamnya adalah faktor politik, dan ekonomi.

3. Pencemaran Lingkungan

Menurut undang undang UU PLH No.23 Tahun 1997 dan UU PLH No.32 Tahun 2009 pencemaran merupakan dicampur atau tercampurnya sesuatu zat yang berasal dari makhluk hidup, energi dan zat yang dapat berpengaruh terhadap perubahan mutu yang berdampak langsung terhadap area tertentu dan dapat diartikan sebagai lingkungan hidup. Segala bentuk pencemaran juga adalah dengan masuknya makhluk hidup, zat, energy atau komponen lain secara sengaja maupun tidak disengaja ke dalam suatu ruang lingkup lingkungan dari hasil aktifitas yang dilakukan oleh manusia hingga melewati batas baku mutu kelayakan dari lingkungan hidup yang telah ditetapkan.



Gambar 2. 1 Pencemaran lingkungan sampah padat
(Sumber: <https://kotaku.pu.go.id/>)

Pencemaran lingkungan terjadi jika dalam proses penanganan pada lingkungan mengalami ketidaksesuaian, mengakibatkan mengganggu keseimbangan dalam strukturnya fungsinya. Ketidakseimbangan materi, fungsi dan bentuk yang diakibatkan oleh kejadian alam atau dikarenakan oleh perbuatan yang dilakukan manusia. Dalam penerapannya sehari-hari banyak sekali bentuk kegiatan atau perubahan sikap yang dialami oleh manusia untuk memenuhi segala kebutuhan dalam bentuk biologis dan teknologi mengakibatkan banyak sekali pencemaran lingkungan yang disebabkan. Mahluk yang disebut dengan Manusia adalah organisme berakal yang merupakan bagian dari lingkungan hidup mempunyai kuasa untuk merubah segala sesuatu yang didekatnya termasuk lingkungan mereka hidup. Dalam bentuk perilaku untuk merubah lingkungan hidup ini

bermaksud mencapai tujuan untuk mendapatkan kesejahteraan hidup yang dapat mengakibatkan masalah yang disertai segala bentuk residu penyebab pencemaran yang menimbulkan masalah. Manusia pun memiliki kemampuan untuk dapat merubah segala sesuatu termasuk keadaan lingkungan yang tercemar akibat aktifitas manusia sendiri menjadi keadaan lingkungan yang lebih baik. (Hasanah et al., 2021).

Dilihat dari pandangan ilmu pengetahuan yang menjelaskan dari pencemaran lingkungan yaitu dengan terjadinya zat kimia dengan jumlah kadar tertentu yang mampu menciptakan perubahan dari unsur keseimbangan dari suatu lingkungan, hal ini termasuk dari keadaan fungsi dan strukturnya yang mengakibatkan proses kesejahteraan manusia terganggu. Pencemaran terhadap lingkungan menjadi fatal dan harus ditangani dengan serius kepada seluruh pihak, dikarenakan tingkat pencemaran terhadap lingkungan yang tinggi dapat mengakibatkan gangguan terhadap kesejahteraan kesehatan bahkan menimbulkan bahaya terhadap nyawa manusia.(Fariaman Laia, 2021).

4. Sampah

Menurut Undang-Undang yang tertulis pada UU RI Nomor 18 Tahun 2008 yang menuliskan tentang proses Pengolahan Sampah, menyatakan didalamnya bahwa sampah adalah sisa dari sejumlah kegiatan sehari-hari yang dilakukan oleh manusia dan dari proses alam yang dimana sampah tersebut berbentuk padat. Sampah secara umum adalah bentuk materi yang tidak lagi digunakan, tidak dipakai kembali, tidak di senangi atau sesuatu

yang dibuang dari sejumlah kegiatan manusia dan sampah dihasilkan tidak terjadi dengan sendirinya. (Sekretariat Jenderal DPR RI, 2022).

Sampah merupakan bentuk dari bahan yang tidak terpakai dari hasil aktifitas manusia maupun alam, karena unsur atau fungsi utama dari materi tersebut telah habis. Setiap jenis aktifitas yang dilakukan oleh manusia menghasilkan residu sisa atau sampah. Beberapa sumber penghasil sampah yang dihasilkan oleh manusia berasal dari aktifitas rumah tangga, limbah pertanian, kawasan perkantoran, fasilitas rumah sakit, pasar dan lain sebagainya. (Rima Dias Ramadhani et al., 2021).



Gambar 2. 2 Sampah yang menumpuk
(Sumber: <https://portalbandungtimur.pikiran-rakyat.com>)

WHO atau *World Health Organization* menuliskan bahwa sampah secara umum dapat dijelaskan berupa jenis dari bentuk sesuatu materi yang

tidak digunakan lagi, atau sesuatu yang telah dibuang dimana materi tersebut berasal dari kegiatan manusia dan pada prosesnya sulit sekali mengalami degradasi. Sampah dengan jenis organik masih dapat terdegradasi, walapun pada akhir pemakaian akan tetap menjadi suatu benda atau material yang tidak dapat digunakan kembali.

a. Menurut Jenisnya

Jenis sampah yang ada di sekitar kita masih sangatlah banyak, termasuk didalamnya dimulai dari sampah sisa penanganan medis, sampah hasil aktifitas rumah tangga, sampah hasil proses industri, sampah dari pertanian dan lain-lain, berdasar dari penelitian yang dilakukan oleh Ichsan (2021), sampah dapat dibedakan menjadi tiga kategori yaitu:

1) Sampah Organik

Jenis sampah ini dengan asalnya bersumber dari materi hidup atau makhluk hidup seperti contohnya manusia, hewan maupun tumbuhan. Jenis sampah organik terdiri dari jenis sampah organik yang basah dan sampah jenis organik yang kering. Dari istilah sampah organik basah adalah dengan sampah ini memiliki kadar air yang dikandung cukup tinggi contoh dari sampah organik basah dapat ditemui sehari-hari seperti sisa makanan, sisa sayuran, dan kulit buah. Sementara untuk jenis sampah organik kering merupakan jenis sampah organik yang memiliki persentase kadar air yang rendah seperti kayu, dan dedaunan kering.



Gambar 2. 3 Sampah organik
(Sumber:<https://www.suara.com>)

2) Sampah Anorganik

Jenis sampah dengan kategori anorganik ini adalah materi pembangunnya bukan berasal dari materi hidup, sampah anorganik dibuat bersumber dari bahan yang telah diperbarukan dan bahan yang memiliki tingkat berbahaya kemungkinan beracun. Jenis limbah ini pada umumnya sulit sekali hancur pada media tanah dan air. Jenis sampah ini masuk ke dalam kategori sampah yang dapat didaur ulang, yang bila tidak ditangani atau dimanfaatkan kembali akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Sampah anorganik terdiri dari plastik, kaca, kain, metal, hingga cairan beracun limbah industri.



Gambar 2. 4 Sampah anorganik
(Sumber : <https://www.aanwijzing.com>)

b. Menurut Sumbernya

Berikut ini adalah kategori sampah-sampah yang dibuang menurut sumbernya terdiri dari daerah atau lokasi yang menghasilkan sampah.

(Ade Fia Rahmawati et al., 2021) yaitu:

1) Sampah Dari Pemukiman Penduduk

Sampah ini dihasilkan dari aktifitas manusia yang tinggal menetap disuatu tempat seperti kota atau desa. Jenis sampah yang dihasilkan kebanyakan adalah sampah-sampah sisa makanan dan kemasan produk tapi tidak jarang terdapat sampah cair seperti air sabun atau minyak sisa memasak.

2) Sampah Dari Tempat Umum

Sampah ini dihasilkan dari tempat tempat yang terdapat banyak sekali aktifitas manusia yang berkerumun dengan jumlah banyak seperti taman bermain, pertokoan, perkantoran dan pasar. Jenis

sampah yang dihasilkan dari tempat-tempat tersebut pada umumnya adalah kemasan makanan siap saji dan botol minuman.

3) Sampah Dari Industri

Sampah ini dihasilkan dari pabrik-pabrik yang dimana sampah tersebut merupakan sisa dari aktifitas pengolahan bahan mentah. Sampah yang dihasilkan tidak jarang adalah sampah beracun yang sangat merugikan bagi lingkungan dan makhluk hidup. Sebagai contoh sampah industri biasanya cairan pewarna tekstil, serabut kayu, gas buang pembakaran, cairan logam berat, serbuk metal, hingga plastik sisa cetakan.

4) Sampah Pertanian

Sampah ini dihasilkan dari aktifitas kebun dan peternakan, yang dimana sampah yang dihasilkan pada umumnya sampah organik seperti pupuk, sisa potongan jerami, kotoran hewan ternak.

3. Oli Bekas

Azharuddin (2021) dari penelitiannya bahwa minyak pelumas yang sudah melewati masa pakai atau yang dalam arti umum disebut dengan jenis oli bekas pakai adalah jenis minyak pelumas yang melewati waktu pemakaian. Pada prosesnya mengalami serangkaian jenis aktifitas gesekan dan tercampur dengan berbagai jenis kotoran dari komponen bergerak pada mesin, termasuk didalamnya sisa pembakaran, dari hal tersebut minyak pelumas menurun dan kontaminan yang didalamnya jika digunakan terlalu

lama dalam kondisi oli tidak baik akan terjadi pencampuran endapan gram metal yang merusak dan merugikan,



Gambar 2. 5 Oli bekas
(Sumber: <https://imgx.gridoto.com/>)

Jika dilihat dari aktifitas tersebut akan menghilangnya sejumlah kandungan aditif dari oli tersebut yang mengembalikan sifat pelumas yang seharusnya menjadi hilang. Minyak pelumas yang sudah tidak terpakai masih memiliki potensi untuk didaur ulang. Azharudin dkk menyatakan didalam penelitiannya bahwa, oli yang sudah menjadi bekas pemakaian merupakan jenis limbah dari segala aktifitas industri yang banyak dijumpai di Indonesia, dengan persentase kandungan terhadap energy yang masih cukup tinggi maka potensi oli yang sudah melalui pemakaian atau disebut dengan bekas pakai masih memiliki potensi untuk dikonversikan menjadi solusi alternatif bahan bakar.

Sendo (2022) dari penelitiannya menyatakan, oli bekas adalah salah satu dari banyaknya sumber limbah yang akan mencemari air tanah, dan paparan limbah oli bekas akan mencemari dan merusak kualitas dari sumber air tanah. Bahkan dapat merusak *micro-organism*. Dampak lain dari minyak pelumas yang telah habis masa guna termasuk kategori bekas pakai dapat menghambat proses regenerasi lingkungan.

Oli bekas berasal dari mesin kendaraan bermotor yang sudah habis masa guna sebelumnya berada dalam mesin motor, mobil, kapal, dan alat bergerak dengan tenaga motor lainnya, oli yang sudah bekas secara garis umum sama dengan oli baru, karena bahan pembangunnya sama yaitu bahan minyak hanya saja berbeda dari karakteristik spektrum warna, kekentalan akibat gesekan dan pemanasan saat berada didalam rangkaian mesin yang bekerja.

Viskositas adalah bentuk dari ketidakleluasan cairan dan gas diakibatkan oleh gesekan antara bahan cair yang pada umumnya disebut juga kekentalan. Viskositas adalah nilai ukuran kekentalan dari suatu zat cair. Semakin besar nilai dari cairan maka zat cair tersebut akan semakin lambat pada saat zat cair tersebut mengalir. Nilai viskositas dari sebuah cairan dengan nilai tinggi membuktikan suatu zat cair dengan jenis tersebut memiliki sifat kekentalan yang tinggi, yang dimana cairan lebih berat dan lambat ketika cairan mengalir. (Rini Siskayanti, et al. 2017).

Setiap jenis cairan memiliki sifat dan nilai viskositas dimana nilai tersebut masing-masing berbeda. Maka berikut adalah Tabel viskositas yang ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Viskositas Beberapa Jenis Fluida

No	Jenis minyak	Suhu	Viskositas
1	Air	25	0.89
2	Alkohol <i>Ethyl</i>	20	1.2
3	Minyak Mesin (SAE 10)	30	200
4	Gliserin	20	1500
5	Udara	20	0.018
6	Hydrogen	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

(Sumber : <https://fisikakita11.wordpress.com>)

Menurut Nursabrina (2021) limbah B3 merupakan jenis limbah memiliki sifat yang sangat berbahaya, dikarenakan dengan memiliki sifat merusak, sangat mudah sekali terbakar, mudah bereaksi menimbulkan meledak, reaktif terhadap sesuatu, mematikan beracun, menyebabkan infeksi, merupakan bahan iritan, mutagenic dan menghasilkan radioaktif. Satu liter saja yang digunakan dari oli bekas ini dimungkinkan efeknya dapat mencemari jutaan liter air yang dimana bersumber pada air tanah.

Dampak dari oli bila lingkungan tercemari dengan jenis minyak ini dari dampaknya juga akan mengakibatkan tanah yang tercemar oleh oli akan menjadi tandus dan kering, dari sifat oli yang tidak dapat terlarut oleh air juga sangat besar kemungkinan dapat mencemari sumber air dan akan membahayakan bagi kelestarian habitat air selain itu dengan sifatnya yang mudah terbakar.

Berikut ini adalah kriteria dari Bahan Berbahaya dan Beracun yang mengacu pada Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 yang menyebutkan tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Tabel 2. 2 Bahan Pencemar yang Termasuk Limbah B3

Kode Limbah	Bahan Pencemar	Kode Limbah	Bahan Pencemar
D1001a	Tetrakloroetilen	D1013b	Piridin
D1002a	Trikloroetilen	D1014b	Benzena
D1003a	Metil Klorida	D1015b	2-Etoksietanol
D1004a	Triklorofluorometana	D1017b	Asam Kresilat
D1006a	Orto-diklorobenzena	D1018b	Nitrobenzena
D1007a	Klorobenzena	D1001c	Amonium Hidroksida
D1008a	Trikloroetena	D1002c	Asam Hidrobromat
D1009a	Fluorokarbon Terklorinasi	D1003c	Asam Hidroklorat
D1010a	Karbon Tetraklorida	D1004c	Asam Hidrofluorat
D1001b	Dimetilbenzena	D1005c	Asam Nitrat
D1002b	Aseton	D1006c	Asam Fosfat
D1003b	Etil Asetat	D1007c	Kalium Hidroksida
D1004b	Etil Benzena	D1008c	Natrium Hidroksida
D1005b	Metil Isobutil Keton	D1009c	Asam Sulfat

(Sumber : <https://123dok.com/>)

Menurut Rini Siskayanti, et al. (2017), viskositas dari pelumas dibagi menjadi dua jenis yang memiliki karakteristik berbeda, diantaranya adalah:

a. Viskostas Dinamis (mutlak/absolute)

Viskositas dinamis adalah kekentalan rasio tenaga geser diperlukan ketika jenis suatu cairan mengalir. Bentuk dari satuan SI diukur dalam nilai pascal-detik atau dengan Newton detik per meter persegi, tapi centimeter-gram-detik (cgs). Unit centipoise lebih diterima secara luas.

$$1 \text{ centipoise (cP)} = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s} = 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$$

Centipoise adalah nilai satuan dari sifat viskositas yang digunakan dalam perhitungan Reynolds dan termasuk pada berbagai persamaan pelumasan yang disebut dengan *elastyhydro dynamic*.

c. Viskositas Kinematis

Viskositas Kinematis adalah mirip seperti viskositas dinamis namun dengan jenis kepadatan. Pada nilai didalam perhitungan SI adalah dengan satuan meter per detik, tetapi menggunakan nilai satuan cgs, centistoke diterima secara lebih luas.

$$1 \text{ centistoke (cSt)} = 1 \text{ mm}^2 / \text{s}$$

Dimaksud dengan centistroke adalah satuan unit yang penggunaannya sering dipakai oleh pemasok pelumas dan digunakan oleh pengguna.

Pada penerapan praktisnya, perbedaan nilai antara viskositas dinamis dan kinematik merupakan tidak diutamakan penerapannya untuk minyak pelumas, karena nilai dari kepadatan mereka pada saat suhu operasi pada umumnya terletak diantara 0.8 dan 1.2. Namun terdapat beberapa

kandungan sintetis (*fluorinated*) minyak pelumas dengan nilai kepadatan tinggi, dan untuk menilai gas, perbedaannya bisa sangat signifikan.

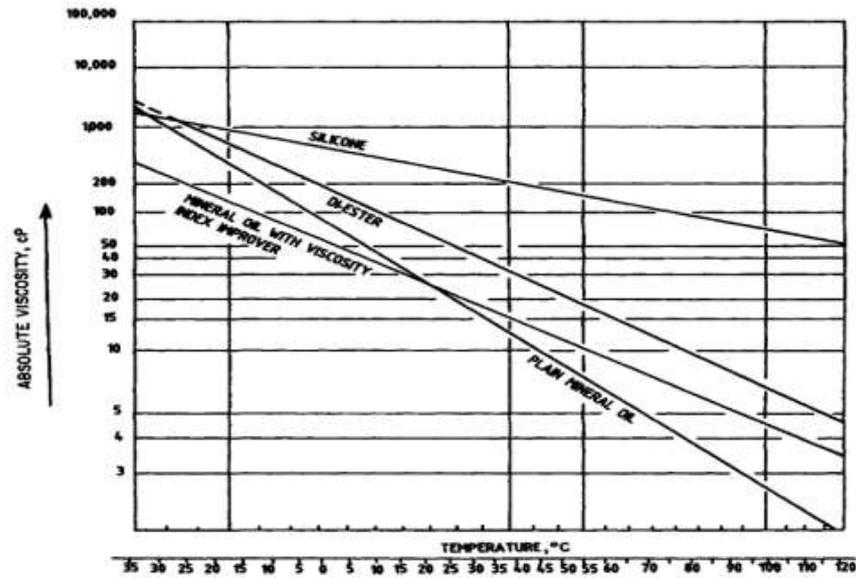
Viskositas dari pelumas biasanya terdapat di antara 10 dan 600 (cSt) pada suhu operasi, dengan nilai dari angka rata-rata 90 cSt. Berikut adalah beberapa ciri viskositas yang berkisar pada saat suhu operasi ditunjukkan pada table 2.1

Tabel 2. 3 Tipe Jarak Viskositas

Jenis Pelumas	Viskositas
<i>Clock and instrument oils</i>	5-20
<i>Motor oils</i>	10-50
<i>Roller bearing oils</i>	10-300
<i>Plain bearing oils</i>	20-150
<i>Medium-speed gear oils</i>	50-150
<i>Hybrid gear oils</i>	50-600
<i>Worm gear oils</i>	200-1000

(Sumber : Nursabrina)

Indeks viskositas didefinisikan hubungan antar viskositas dengan suhu minyak yang dihasilkan pada sekala tinggi dan dibandingkan dengan dua minyak dengan sekala standar.



Grafik 2.1 Grafik Indeks Viskositas dengan Temperatur
(Sumber : Nursabrina)

Gambar 2.2 menunjukkan perubahan atas nilai viskositas terhadap pengaruh dari perubahan suhu pada sampel-sampel minyak berbagai jenis yang memiliki sifat khas. Sebuah grafis mempresentasikan cara efektif dan yang paling efektif guna menampilkan dengan jenis informasi ini, akan tetapi untuk jauh lebih mudah dengan mengutip indeks viskositas (VI).

Berikut adalah persamaan dalam perhitungan indeks viskositas sampel minyak adalah :

$$VI = \frac{100(L-U)}{L-H}$$

Dengan :

IV = Indeks viskositas

U = Viskositas sampel di centistokes di 40°C

L = Viskositas kinematika (cSt) pada besaran suhu 40°C dari minyak yang dimana indeks viskositasnya = 0, yang mempunyai viskositas pada 1000C dengan minyak yang indeks viskositasnya dicari.

H = Viskositas kinematika (cSt) pada 40°C dari minyak yang indeks viskositas = 100 yang mempunyai viskositas kinematika yang sama pada 100°C dengan minyak yang dicari IV-nya.

SAE adalah sebuah peringkat dari skala nilai terhadap viskositas, SAE penerapannya sangat banyak digunakan dan direproduksi kembali pada table 2.1. hal tersebut dimungkinkan untuk memenuhi nilai minyak yang lebih banyak dari satu rating yang ditentukan. Kriteria dari indeks nilai viskositas tinggi adalah, A minyak mineral dapat memenuhi 20W dan 30 kemungkinan akan disebut 20W/30 *multigrade oil*.

Perhatikan bahwa pengukuran viskositas digunakan untuk menetapkan peringkat SAE dilakukan keluar pada laju geser yang rendah.

Tabel 2. 4 Peringkat oli SAE

SAE no.	Maximum viscosity at -18°C , cP	Viscosity at 100°C , cSt	
		Minimum	Maximum
Engine oils			
5W	1 250	3.8	
10W	2 500	4.1	
20W†	10 000	5.6	
20	.....	5.6	<9.3
30	.....	9.3	<12.5
40	.....	12.5	<16.3
50	.....	16.3	<21.9
Gear oils			
75	3 250		
80	21 600		
90	.....	14	<25
140	.....	25	<43
250	.....	43	

†15W may be used to identify 20W oils which have a maximum viscosity of 5000 cP.

(Sumber : Nursabrina)

5. Jenis Oli Bekas

- a. Oli yang sudah terpakai yaitu oli bekas yang biasanya digunakan pada sepeda motor, jenis minyak tersebut berasal dari pelumasan mesin sepeda motor pada penelitian ini oli tersebut akan dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk menghidupkan kompor tungku pembakar sampah.
- b. Oli bekas yang digunakan pada jenis mobil, oli ini didapatkan pada mesin dari kendaraan roda empat yaitu mobil, pada penelitian ini oli bekas yang berasal dari penggunaan mesin pada mobil digunakan sebagai bahan bakar tungku pembakar sampah.

Kekentalan dari beberapa oli mesin menunjukkan ketebalan atau kemampuan berfungsi untuk menahan dari aliran cairan. Sifat oli jika suhu mencapai pada suhu tinggi akan mudah sangat mengalir dengan cepat atau dengan kata umum alias encer. Dimana sebaliknya jika suhu pada oli dalam

posisi tidak digunakan atau tidak terpapar suhu tinggi maka akan sangat sulit sekali untuk mengalir atau diartikan secara umum mengalami pengentalan. Meski dari alasan demikian setiap merek dan jenis produk minyak pelumas atau oli masing-masing mempunyai tingkat kekentalan berbeda yang dimana telah disesuaikan dengan kegunaan pada manfaat bagi penggunaannya. Karena itu beberapa produk oli yang dengan sengaja dibuat dengan tingkat kekentalan tinggi dan tingkat kekentalan rendah dikarenakan disesuaikan oleh kebutuhan pemakai. (Habibullah Enggal Mahardhika et al., 2020)

6. Tungku

a. Pengertian Tungku

Tungku merupakan salah satu alat yang menghasilkan suhu tinggi, suhu tersebut yang dihasilkan dapat disalurkan pada media peralatan lain yang memerlukannya. Berdasar dari hukum kekekalan energi mengartikan energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, melainkan suatu bentuk dari energi dapat berubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. (Teknologi et al., 2019)

b. Tungku menurut Bahan Bakarnya

Jenis dari bahan bakar apapun memiliki sifat mudah terbakar kemudian dapat dimanfaatkan untuk membakar keramik, walaupun sejak jaman dahulu teknik pembakaran pertama kali diawali dengan menggunakan bahan sekitar seperti bakar kayu, namun dengan adanya perkembangan dan zaman semakin maju maka bahan bakar kayu digantikan dengan

gas dan bahan bakar minyak lain, dan sekarang pula untuk tungku pembakaran suda ada yang menggunakan teknologi elektrik yang menggunakan listrik. (Dedy Hernady et al., 2019). Jenis tungku yang berdasarkan dari jenis bahan bakarnya (sumber panas) yang digunakan dapat dikategorikan menjadi lima sebagai berikut:

1) Tungku bahan bakar gas

Tungku dengan jenis pembakaran menggunakan bahan bakar gas ini, menggunakan gas berjenis LPG. LPG dapat diartikan dalam Bahasa indosnesia Indonesia umumnya dikenal sebagai gas elpiji (LPG). Tungku dengan jenis ini dalam penggunaannya terbilang mudah dan dengan biaya operasi alat yang cukup murah. Inilah menjadi alasan yang membuat banyak pelaku usaha keramik menggunakan jenis tungku gas sebagai alat pembakaran utama. Tungku ini biasanya harus dioperasikan dengan prosedur dan langkah-langkah yang tepat sesuai standar keamanan, dikarenakan gas adalah jenis bahan bakar yang tidak terlihat dengan tingkat sangat mudah terbakar.

2) Tungku listrik

Tungku dengan jenis ini banyak sekali digunakan pada studio-studio atau pelaku usaha kecil dikarenakan pengoprasian yang mudah. Tungku jenis ini dilengkapi dengan kumparan-kumparan metal yang akan menghasilkan panas apabila dialiri oleh arus listrik. Bentuk, volume, dan spesifikasi tungku listrik

sangat ringkas dengan penggunaan tanpa menggunakan bahan bakar cair dan gas.

3) Tungku bahan bakar padat (kayu, batu bara)

Tungku dengan jenis ini adalah jenis tungku yang pembakarannya masih menggunakan bahan dari alam. Karakteristik pembakaran yang merupakan awal dalam pembakaran keramik. Sampai saat ini tungku dengan berbahan bakar kayu masih digunakan disentra-sentra keramik tradisional. Bahan bakar yang digunakan sesuai dengan namanya masih menggunakan bahan padat lainnya adalah tatal kayu, sekam padi, dan sampah dedaunan kering.

4) Tungku bahan bakar minyak

Tungku dengan bahan bakar minyak tanah banyak sekali digunakan pada saat harga minyak tanah murah dan dapat didapatkan di mana saja, tungku ini terbilang sangat ekonomis pada masanya. Tetapi saat ini penggunaan tungku minyak tanah sudah sangat jarang sekali digunakan karena bahan bakar yang digunakan sangat mahal dan sulit sekali menemukan minyak tanah .

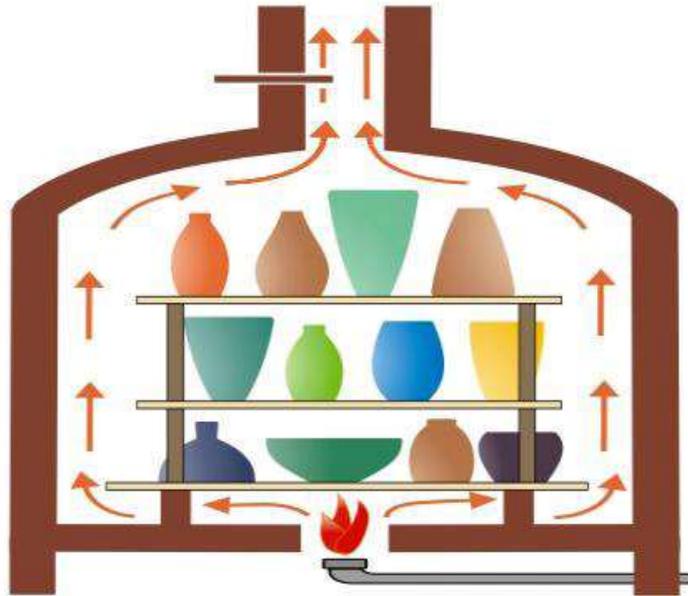
c. Klasifikasi Tungku menurut Arah Aliran Panas/Sirkulasi Api

1) Tungku api naik (up draft kiln)

Pada tungku jenis ini panas yang dihasilkan dari ruang pembakaran mengalir ke ruang pemanasan di atasnya dan memanaskan benda-benda yang ada, kemudian panas tersebut keluar melalui cerobong asap yang ada di bagian atas. Jumlah konsumsi bahan bakar pada tungku ini relatif sangatlah tinggi dan perbedaan suhu diantara bagian bawah dan bagian atasnya cukup besar yang kemudian dapat mempengaruhi hasil dari pembakaran tersebut. Yang termasuk jenis ini ialah tungku ladang dan tungku bak. Bentuk tungku api naik ada yang persegi dan ada juga yang bulat. Ciri-ciri tungku api naik ialah:

- a. pemakaian bahan bakar sangat tinggi,
- b. suhu pembakaran relatif tidak optimal (di bawah 1000°C),
- c. perbedaan suhu bagian atas dan bawah dan tengah cukup besar (bagian bawah lebih tinggi),

- d. cara pengoperasiannya sangat mudah, dan
- e. biaya konstruksi dan pemeliharaan lebih mudah dan murah.



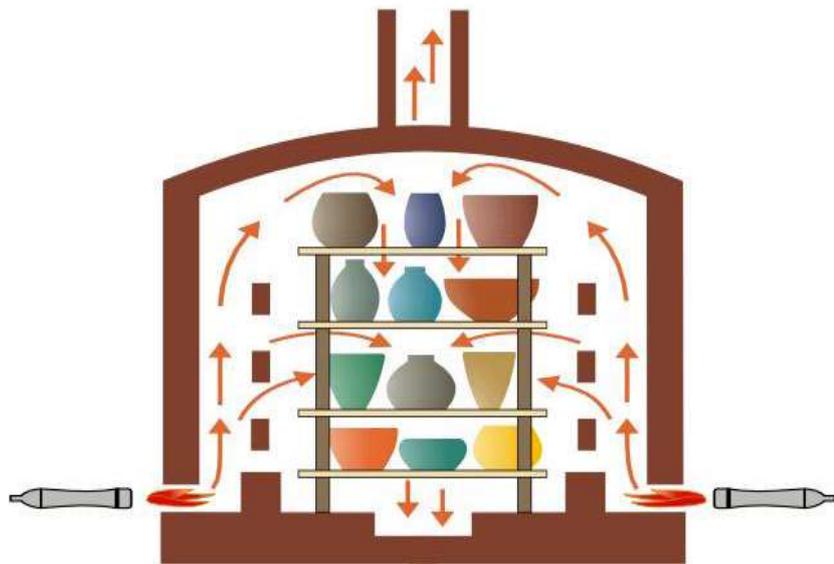
Gambar 2. 6 Tungku sirkulasi naik

(sumber : <https://www.tneutron.net/>)

2) Tungku api berbalik (down draft kiln)

Tungku dengan menggunakan metode ini menghasilkan panas dari ruang bakar akan mengalir ke atas dengan ada adanya jembatan untuk menyalurkan api yang di sebut dengan *bag wall*, api yang dialirkan menyentuh atap tungku yang ada di ruang pembakaran dan akan berbalik ke bawah untuk memberi efek pemanasan pada benda keramik, kemudian panas dari api mengalir ke saluran yang berada pada bawah lantai tungku (kanal) dan semudian keluar melalui cerobong asap. Dengan penerapat dalam menggunakan jenis tungku ini menghasilkan

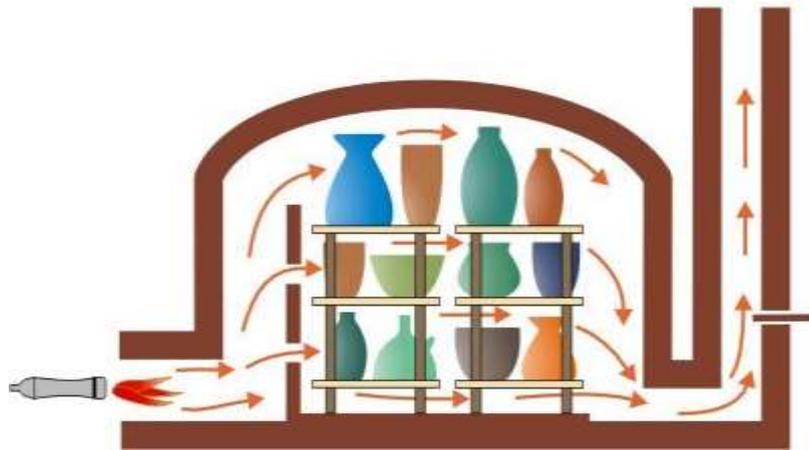
suhu ruang pembakaran yang merata dan dapat mencapai suhu ruang bakar yang lebih tinggi, mencapai suhu 1400°C. Tungku jenis ini sudah dilengkapi dengan damper atau penahan yang dipasang pada saluran (kanal) antara tungku dan cerobong. Yang termasuk kedalam jenis tungku ini adalah tungku catenary. Gambaran dari tungku *down draft* ini bermacam-macam.



Gambar 2. 7 Tungku sirkulasi terbalik
(sumber : <https://www.tneutron.net/>)

3) Tungku Api mendatar (cross draft kiln)

Tungku jenis ini menghasilkan panas dari ruang bakar akan dialirkan ke ruang pemanasan dengan sejajar lantai yang kemudian memanaskan keramik, kemudian keluar melalui cerobong asap. Suhu yang dihasilkan paling tinggi terletak pada dekat ruang bakar dan suhu yang mulai berkurang akan turun ke arah cerobong asap.



Gambar 2. 8 Tungku sirkulasi mendatar

(sumber : <https://www.tneutron.net/>)

7. Pembakaran

Berdasarkan dari kata pembakaran merupakan jenis aktifitas dari serangkaian hubungan antara reaksi-reaksi jenis kimia eksotermal yang terjadi antara sumber bakar atau bahan bakar terhadap oksidan yang disini berupa udara yang didalam prosesnya disertai dengan terhasilkannya energi panas dan hasil dari konversi senyawa kimia. Sifat pelepasan dari panas secara radiatif dapat menghasilkan timbulnya cahaya dengan bentuk nyala api. Bahan bakar yang digunakan secara umum biasanya memiliki senyawa organik, yang pada umumnya berupa hidrokarbon dan fasa gas atau padat. (Lasmana et al., 2021).

Pembakaran dengan bentuk yang sempurna terjadi bila ada oksigen pada saat prosesnya. Oksigen adalah salah satu elemen bumi yang berbentuk gas secara umum yang jumlahnya bisa mencapai 20.9% dari udara sekitar. Bahan bakar oksigen yang sebelumnya dengan bentuk fisik padat atau pun cair diharuskan diubah kedalam bentuk gas terlebih dahulu sebelum dibakar.

Proses tersebut memerlukan panas untuk mengubah jenis cairan atau padatan tersebut menjadi gas. Jenis bahan bakar dalam bentuk gas akan dapat terbakar pada keadaan tak memiliki tekanan dengan intensitas tinggi atau pada keadaan normal, pembakaran dapat terjadi jika terdapat campuran oksigen yang memadai dan cukup. .(Alif Rivian Hidayat, et al. 2020).

Terdapat banyak bermacam-macam jenis dari pembakaran yang dapat dijelaskan, penjelasan pada jenis- jenis pembakaran dijelaskan pada poin-poin berikut ini :

a. *Complete combustion*

Pada pembakaran dengan sempurna, reaktan akan terbakar dengan campuran oksigen, menghasilkan sejumlah zat hasil pembakaran yang sangat sedikit. Ketika bahan dengan jenis hidrokarbon yang terbakar dengan oksigen, maka hanya akan menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air. Namun pada kasus tertentu akan menghasilkan senyawa nitrogen di dalam hasil pembakaran tersebut. Pembakaran sempurna secara harafiah hampir tidak mungkin tercapai pada kehidupan nyata.

b. *Incomplete combustion*

Pembakaran yang tidak sempurna secara umumnya terjadi ketika tidak cukup kadar oksigen dalam jumlah yang banyak untuk membakar bahan bakar sehingga menghasilkan karbondioksida dan air. Pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan macam-macam zat seperti karbondioksida, karbon monoksida, uap air dan karbon. Pembakaran yang tidak sempurna sering kali terjadi, walaupun proses tersebut tidak

diinginkan, karena hasil pembakaran tersebut salah satunya adalah karbon monoksida yang merupakan zat sangat berbahaya khususnya bagi kehidupan manusia. Kualitas dari proses pembakaran dapat ditingkatkan dengan adanya penerapan teknologi yang bertujuan mengoptimalkan pembakaran.

8. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi adalah penggunaan suatu materi yang pada kasus ini adalah sebagai konsumsi penggunaan bahan bakar pada sejumlah bahan bakar yang digunakan per waktunya yang kemudian daya yang dihasilkan dari proses tersebut merupakan bentuk dari suatu perubahan bentuk energi. Jadi konsumsi bahan bakar pada masalah ini adalah nilai dari ukuran dalam pemakaian bahan bakar dengan tujuan ekonomi, Untuk rumus dalam konsumsi bahan bakar dihitung menggunakan satuan volume bahan bakar per satuan waktu (kg/jam).

$$SFC = Mf / N$$

$$Mf = vx\rho \text{ bahan bakar}/t$$

Dimana =

SFC = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam.kW)

Mf = Jumlah bahan bakar persatuan waktu (kg/jam)

V = Volume bahan bakar yang digunakan

ρ = Berat jenis bahan bakar yang digunakan

t = Waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar

N = Daya yang dihasilkan (kW)

9. Temperatur nyala api

Temperatur nyala yang didalam Bahasa Inggris adalah *Flame Temperatures* data diartikan sebagai suhu tertinggi yang dihasilkan dari nyala bahan bakar secara maksimum, proses tersebut terjadi jika tidak adanya kebocoran panas ke area yang berada sekelilingnya. Suhu terhadap nyala dibutuhkan dengan maksud untuk mengetahui seberapa besar panas yang dihasilkan ketika bahan bakar tersebut melalui proses pembakaran. Hal ini merupakan rujukan dari salah satu parameter bentuk secara karakteristik termal dari bahan yang dibakar, seperti sama halnya bahan bakar dengan jenis solar yang digunakan sebagai bahan untuk menggerakkan piston pada kendaraan disel seperti truk. (Habibullah Enggal Mahardhika et al., 2020).

Perhitungan dari suhu nyala adiabatik berdasar dari nilai persentase massa berasal kandungan karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen yang terkandung dalam bahan bakar yang diuji. Dalam proses pembakaran, semua kalor yang terkandung di dalam bahan bakar menjadi kalor produk + kalor sensibel. (Junaidi et al., 2021).

Flame temperatur adalah jenis dari temperatur dimana zat atau material menghasilkan jenis pengeluaran uap yang intensitas cukup agar dapat bercampur pada campuran dengan udara yang ada di sekitar sehingga terjadi reaksi dari proses pembakaran. Banyak orang yang mengatakan bahwa suhu temperature yang dihasilkan dari nyala api tidak dapat di tentukan secara nyata. Maka dari hal itulah para ahli melakukan penelitian

untuk mencari metode dalam menentukan nilai *flame temperature* secara tepat melalui teori.

Temperatur dari nyala api ditentukan oleh pengaruh dari beberapa faktor, yaitu berdasarkan dari tergantungnya jenis bahan bakar dan oksida yang diterapkan pada pembakaran. Untuk api yang bersifat konvensional umum digunakan dalam proses fotometri nyala, temperatur nyala yang lebih tinggi diperoleh dengan oksigen digunakan sebagai oksida bukan klasifikasi udara, karena kandungan di dalam udara yang umum dihirup oleh manusia terdapat zat kimia nitrogen yang berdampak pada menurunnya suhu nyala api (Melisa, 2018).

Flame temperature pada umumnya juga memiliki variasi sesuai dengan rasio dari masing-masing komponen didalam sejumlah campuran yang mudah sekali terbakar. Bila dari campuran tersebut tidak masuk ke dalam pembakaran dengan komposisi bahan optimal, termasuk bahan bakar kelebihan atau kadar oksidan tidak berpartisipasi dalam reaksi dan gas inert. Mengakibatkan konsekuensi seperti komponen berlebih dapat menurunkan suhu dari nyala api.

10. Macam-macam warna api

Macam-macam warna api memiliki warna yang berbeda. Setiap warna api yang keluar berwarna sesuai suhunya. Api merupakan oksidasi tercepat suatu material pada proses pembakaran kimiawi. Api akan menghasilkan radiasi cahaya, panas, dan hasil kimia lainnya. Hal yang menarik adalah api tidak hanya memiliki satu warna. (Fajar pendidikan & KSMN, 2022).

Setidaknya lima warna api berdasarkan suhunya, lima api tersebut yaitu sebagai berikut:

a. Api merah

Warna api ini pastinya menjadi yang paling umum ditemui. Karena itu, api memiliki julukan sebagai 'si jago merah'. Siapa sangka bahwa api yang berwarna merah ternyata memiliki suhu paling rendah. Api merah memiliki suhu di bawah 1.000 derajat Celcius. Pembakaran di dalam api merah juga terbilang tidak sempurna. Jenis api ini biasanya berada di bagian terluar dari api. Meskipun api merah termasuk memiliki suhu rendah, bukan berarti Anda dapat bermain-main, karena mereka tetap berbahaya.

b. Api jingga

Suhu api dengan warna jingga sedikit lebih tinggi dari warna merah. Api yang berwarna jingga memiliki suhu di sekitar 1.000 hingga 1.200 derajat selcius. Anda dapat menemukan api jenis ini ketika melakukan pembakaran kayu atau benda sejenisnya.

c. Api Kuning

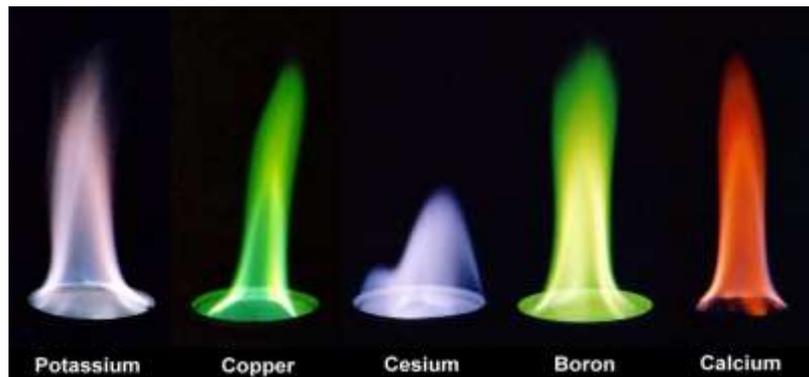
Macam-macam warna api selanjutnya setelah jingga adalah kuning. Suhu rata-rata dari api yang berwarna kuning adalah 1.200 sampai 1.500 derajat selcius. Api dengan warna kuning terang dapat Anda jumpai saat proses pembakaran minyak tanah. Jenis api ini juga sudah memiliki tingkat efisiensi pembakaran yang cukup baik.

d. Api Biru

Warna api selanjutnya ini memiliki tingkat suhu yang cukup tinggi. Jenis api biru seringkali kita jumpai di kompor gas, korek, atau alat pembakaran lainnya. Hal itu karena api biru memiliki daya pembakaran yang luar biasa. Suhu dari api biru berada sekitar 1.500 derajat Celcius.

e. Api Putih

Mungkin banyak dari Anda yang belum pernah melihat api dengan warna putih menyala. Memang jenis api putih ini hanya dapat dihasilkan oleh reaksi fusi dengan suhu mencapai 2.000 derajat Celcius. Reaksi fusi tersebut biasanya terdapat pada benda luar angkasa seperti bintang. Contoh yang paling mudah adalah Matahari yang merupakan pusat tata surya sekaligus sumber panas Bumi. Matahari sebenarnya menghasilkan warna putih akibat adanya reaksi fusi yang merupakan hasil dari penggabungan atom-atom hidrogen yang menjadi helium. Namun, memang Matahari tidak terlihat putih dari Bumi karena adanya lapisan atmosfer. Meski macam-macam warna api memiliki suhu berbeda, namun api tetaplah berbahaya dan jangan mendekatinya jika tidak perlu.



Gambar 2. 9 Macam-macam warna api
(Sumber : <https://www.harapanrakyat.com>)

B. Tinjauan Pustaka

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Dari penelitian Aris Yulianto, 2022. Dapat dijelaskan perancangan dan membangun tungku pembakaran dengan bahan bakar oli bekas dan air dengan 3 ukuran nozzle yang berbeda yaitu nozzle 1 mm, 2 mm dan 3 mm. pada penelitian ini nozzle tersebut dibandingkan efektifitasnya dari nyala api, tinggi nyala api, tekanan, waktu yang diperlukan hingga suhu yang dihasilkan oleh masing-masing tungku dengan diameter nozzle yang berbeda. Hasil dari percobaan yang dilakukan terhadap nozzle berdiameter 1 mm memerlukan waktu rata-rata 7.14 menit untuk menghasilkan tekanan 1 bar dengan tinggi api 25 cm, suhu rata-rata T1 sebesar 103.5°C, T2 sebesar 308.26. Diameter nozzle 2 mm memerlukan waktu 7.36 menit, menghasilkan tekanan 2.5 bar dengan tinggi api 45 cm , suhu rata-rata T1 sebesar 159.23°C, T2 sebesar 284.23 dan nozzle berdiameter 3 mm memerlukan waktu 8.13 menit.

tinggi api 15 cm menghasilkan tekanan sebesar 0.2 bar, rata-rata suhu T1 sebesar 86.3°C, T2 sebesar 194.23°C.

2. Dari penelitian yang dilakukan oleh Annasruddin Pratama (2020) yang berjudul "Rancang Bangun Kompor (Burner) Yang Berbahan Bakar Oli Bekas ". Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompor yang dibuat menghasilkan tekanan 3.5 bar dengan capaian suhu mencapai 1127°C. api yang timbul dari proses dihasilkan oleh oli bekas memiliki warna jingga. Perbandingan dari jenis bahan bakar menunjukkan bahwa data dari bahan bakar elpiji lebih cepat 16 menit bila dibandingkan oli bekas dalam aluminium. Panjang dari nyala api adalah 1.57m pada variasi tekanan udara sebesar 3 bar dan paling rendah adalah 0.83 m pada tekanan sebesar 1 bar. Adanya jenis variasi tekanan yang terpengaruh pada temperatur pembakaran dengan nilai dari temperatur secara minimal dan maksimal untuk mencapai titik tertinggi. Dengan nilai tekanan sebesar 2.5 bar dengan temperatur sebesar 118 °C dan 994 °C sedangkan untuk titik terendah pada temperature minimal dan maksimal pada tekanan 1 bar dengan temperatur sebesar 80.4 °C dan 662 °C dengan tekanan sebesar 0.5 bar. Waktu konsumsi bahan bakar dengan jarak sebesar 2200 km menghasilkan waktu yang cukup singkat yaitu sebesar 12 menit 25 detik. Sedangkan waktu yang diperlukan dalam konsumsi yang diperoleh dari variasi jarak 1800km sebesar 17 menit 11 detik.

3. Dari penelitian yang dilakukan oleh Arifin Istivara (2018) yang berjudul “Pembuatan dan Pengujian Burner Pada Tungku Peleburan Timbal Untuk Fabrikasi Shielding Sumber Radioaktif Bekas Terbungkus “. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan burner sangat layak untuk digunakan sebagai tungku untuk melakukan peleburan dan telah diketahui dari proses kerja optimal berdasar dari karakteristik burner pada tekanan udara sebesar 0.75 bar, dengan jumlah konsumsi bahan dengan bakar oli bekas sebanyak 1248 ml/jam, suhu pada cerobong 1041 °C, menghasilkan lidah api setinggi 52 cm dan unjuk kerja dalam proses pengkabutan dapat diartikan sebagai nilai yang stabil. Populasi dari asap belum dapat dilakukan pengukuran karena keterbatasan dari segi peralatan yang tidak memadai.
4. Dari penelitian yang dilakukan oleh Sutan Nur Achmad (2017), yang berjudul “Rancang Bangun Iniserator Limbah Medis Berteknologi Plasma sebagai Filter Udara Hasil Pembakaran Limbah Medis“. Hasil penelitian yang telah dilakukan dengan maksud menunjukkan terjadinya penurunan dari pada hasil uji dengan total zat padat yang terlarut dan juga terjadinya penurunan pada kandungan CO_2 disertai dengan jumlah dari koloni bakteri. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi TDS sebesar 22.5% dengan suhu pembakaran 363 °K.
5. Dari dari penelitian yang dilakukan oleh Junaidi (2021) dengan judul penelitian “Analisa Laju Aliran Udara dan Laju Masa Bahan Bakar

Terhadap Beban Pembakaran Sampah Pada *Incenerator* Berbahan Bakar Limbah Oli Bekas” menuliskan bahwa suhu tertinggi dari tungku pembakaran yang dibuat menghasilkan sebesar 1021.5°C dan suhu terendah sebesar 840.5°C dengan percobaan pembakaran selama 45 menit. Percobaan dilanjutkan dengan pembakaran sampah daun kering dengan berat total 8 kg dapat dibakar selama 20 menit dengan konsumsi oli bekas sebanyak 400 ml.

6. Dari dari penelitian yang dilakukan oleh Andi Kusnadi (2020) dengan penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Kompor Yang Ramah Lingkungan” dalam penelitian ini menunjukkan potensi dari nilai efisiensi oli bekas yang memiliki tinggi api pada kompor hingga 25 cm dengan suhu hingga $222,2^{\circ}\text{C}$ dan nilai kalor 3,735 kalor per detik menjadikan oli bekas dapat menjadi bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah untuk kebutuhan sehari- hari.
7. Dari penelitian yan dilakukan oleh Khabibulla Enggal Mahardika (2020) pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Kecepatan Udara Dan Debit Bahan Bakar Pada Pembakaran Burner Bahan Bakar Oli Bekas” menjelaskan bahwa dengan kecepatan *blower* yang berbeda menghasilkan perbedaan temperatur. Kecepatan blower masing-masing sebesar 2.0 m/s, 2.2 m/s dan 2.4/s dengan jumlah bahan bakar oli bekas sebanyak 100ml. Temperatur yang dihasilkan dari kecepatan angin tersebut adalah 784.6°C dengan ketinggian api 84 cm untuk kecepatan blower 2.0 m/s, 731.1°C dengan ketinggian api 70 cm untuk kecepatan

blower 2.2 m/s dan 719.1°C dengan ketinggian api 66 cm untuk kecepatan blower 2.4m/s.

8. Dari penelitian yang dilakukan oleh Dedy Hernady (2019) dengan penelitiannya yang berjudul “Perancangan, Pembuatan, Dan Pengujian Burner dengan Bahan Bakar Oli Bekas dan Minyak Jelantah”. Pada penelitian ini penulis yang bersangkutan melakukan perbandingan dengan variable yang berbeda yaitu minyak jelantah dan oli bekas. Penelitian ini dilakukan untuk mencari efisiensi dari kedua variable tersebut untuk melihat konsumsi bahan bakar dan nyala api yang dihasilkan. Dari penelitian yang dilakukan mendapatkan kesimpulan nyala api lebih besar pada bahan bakar minyak jelantah bila dibandingkan dengan oli bekas, kalor yang dihasilkan minyak jelantah sebesar 14.0311 J/s dan kalor yang dihasilkan oleh oli bekas sebesar 48.2220 J/s.
9. Dari penelitian yang dilakukan oleh Riza Triharditia (2019) dengan penelitian yang berjudul “Efektifitas Rancang Bangun Alat (Burner) Oli Bekas Dalam Mendukung Sterilisasi Media Jamur Tiram (*Pleurotus Astreetus*)”. Dari penelitian yang dilakukan dapat diambil sebuah kesimpulan bahwa oli bekas dapat menjadi bahan bakar alternatif untuk meningkatkan nilai ekonomis, tingkat efisiensi burner oli bekas lebih tinggi bila dibandingkan dengan gas LPG. Namun untuk mencapai sterilisasi sebesar 200°C memerlukan waktu yang cukup lama sekitar 4 jam 10 menit dengan konsumsi bahan bakar sebanyak 6.5 liter oli bekas.

Bila dibandingkan dengan gas LPG dengan waktu yang sama membutuhkan 3 tabung gas ukuran 3 kilo dengan lama waktu 4 jam 17 menit.

10. Dari penelitian yang dilakukan oleh Ridwan (2021) dengan penelitian yang berjudul “Analisa Kerja Burner Pembakaran Oli Bekas Dan Air Untuk Pembakaran Pirolisis”. Dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis mendapatkan hasil bahwa jenis wadah oli mempengaruhi terhadap temperatur dan waktu. Wadah dengan ukuran 25 cm x 25 cm mendapatkan suhu tertinggi sebesar 1025°C dan pada reactor tertinggi pada suhu 482.9°C dan waktu pembakaran 120 menit sedangkan untuk wadah berukuran 20 cm x 20 cm memiliki suhu tertinggi sebesar 786.3°C dengan suhu reactor 327.8°C dan waktu pembakaran 240 menit.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode dalam pelaksanaan penelitian ini untuk digunakan penulis dalam melakukan penelitian dan penulisan skripsi ini dengan metode eksperimen. Pelaksanaan penelitian eksperimen ini bermaksud yang dimana dalam prosesnya melalui pencarian pengaruh penggunaan jenis bahan bakar oli bekas, minyak jelantah dan campuran keduanya terhadap variable-variabel tertentu dalam kondisi yang diamati dan terkontrol yaitu meliputi kualitas nyala api, konsumsi bahan bakar, lamanya waktu air mendidih dan keluar uap, sampai dengan daya dan efisiensi kompor.

Dimana maksud dari penelitian yang dilaksanakan ini adalah melakukan pengujian kualitas dari nyala api dan distribusi terhadap perbedaan temperatur pada cerobong api yang sudah terpasang alat pengukur temperature, menggunakan variasi-variasi dari perubahan-perubahan alat pembakar berupa bahan ruang air, sirkulasi udara, ruang oli, penampung level air dan oli.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Alat yang akan menjadi objek pengujian ini adalah tungku pembakar sampah. Tungku pembakaran sampah ini pada tahap perancangan dan pembangunannya akan dimulai pada bulan November 2022. Seluruh kegiatan

yang dilaksanakan pada penelitian ini dijadwalkan secara penuh dan dapat dilihat pada table 3.1 berikut:

Tabel 3. 1 Tabel rencana penelitian

No	Kegiatan	Bulan							
		Nov	Des	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Jun
1	Persiapan	■							
2	a. Studi literatur								
3	b. Observasi Lapangan	■							
4	c. Penyusunan		■	■					
5	d. Seminar Proposal Skripsi			■					
6	Penyusunan Laporan				■				
7	a. Desain alat				■				
8	b. Persiapan bahan alat				■	■			
9	c. Pembuatan alat					■			
10	d. Ujicoba alat					■	■		
11	e. Pengambilan data						■		
12	f. Analisa data & pembahsan							■	
13	Sidang skripsi								■

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian alat uji ini dilakukan di Lab Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal dengan alamat Jl. Halmahera No.KM. 01, Mintaragen, Kec. Tegal Tim., Kota Tegal, Jawa Tengah 52121.

C. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah mengambil variasi data berupa perubahan (redesain) dari material/bahan ruang air, sirkulasi udara ruang bakar oli, penambahan tabung level air dan level oli .

2. Variabel Terikat

Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah :

- a. Kualitas Nyala api (temperature api, tinggi api dan warna api)
- b. Waktu penguapan, Tekanan Uap.
- c. Efisiensi pembakaran

D. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Langkah pertama yang dilakukan dari penelitian ini dengan studi literasi bertujuan memperdalam materi pada pemahaman terhadap masalah-masalah yang akan dibahas. Studi ini dilakukan dengan cara pencarian literasi-literasi yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas serta relevan untuk mendukung tentang prinsip dasar perancangan tungku pembakar sampah. Studi literatur dapat diperoleh melalui pencarian dari jurnal, *e-book*, buku, dan penelitian yang telah dilaksanakan terdahulu yang dimana materi didalam karya-karya tulis tersebut berkaitan dengan bahasan topik pada penelitian ini.

2. Perancangan Model dan Data

Tahapan ini di dalam penelitian bertujuan untuk mengetahui berapa nantinya dimensi yang akan dibuat dan variasi sudut pipa pembakaran yang akan di teliti sehingga di dapatkan nyla api yang terbaik dari pengaruh lubang nozle mulut pembakaran tadi.

3. Pengambilan Data

Pada tahapan ini ada beberapa data yang nantinya akan diambil yaitu sebagai berikut :

a. Untuk mengetahui nyala api terbaik

Pada tahap ini yaitu dalam pelaksanaannya data yang dihasilkan akan pengambilan sampel berdasarkan tampilan citra visual (foto) dari nyala api pada cerobong api pada setiap variasi diameter lubang *nozzle*.

b. Waktu Penguapan

Pada tahap ini tujuannya adalah untuk mengetahui berapa lama waktu penguapan dengan volume air sebesar 1 liter dan juga berapa lama uap akan habis dengan menggunakan alat ukur berupa stopwatch.

c. Distribusi suhu

Pada tahap ini yaitu pada setiap masing-masing tungku dengan pengaruh variasi diameter *nozzle* akan diukur menggunakan thermometer titik mana saja yang mendapatkan distribusi suhu yang paling baik.

d. Tekanan Uap

Pada tahap ini adalah untuk mengetahui berapa besar tekanan uap pada tungku pembakar sampah dengan pengaruh variasi diameter *nozzle* alat ukur yang digunakan yaitu *pressure gauge*.

4. Evaluasi

Tahap terakhir dari pengolahan data ini adalah mengevaluasi dari data-data yang didapatkan dari penelitian yang sudah dilaksanakan. Data dan jawaban yang telah didapatkan nantinya akan digunakan sebagai bukti-bukti dalam tujuan merumuskan kesimpulan yang dimana kemudian menghasilkan sebuah gambaran ringkas, jelas, dan mudah dipahami.

E. Alat Dan Bahan Penelitian

Berikut ini adalah peralatan dan bahan yang dibutuhkan nantinya akan digunakan pada pelaksanaan penelitian ini sebagai bagian dari instrument dalam pengujian. Pada eksperimen penelitian ini terdapat beberapa perangkat alat dan bahan yang akan digunakan sebagai poin-poin berikut:

1. Alat

Berikut ini merupakan peralatan yang nantinya akan digunakan untuk mendapatkan data-data pada pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

a. *Stopwatch*



Gambar 3. 1 Aplikasi stopwatch smartphone

(Sumber: <https://nextren.grid.id/>)

Alat ini berupa aplikasi dari sebuah ponsel pintar yang dimana terdapat fasilitas penghitung waktu seperti *stopwatch*. Aplikasi ini digunakan sebagai alat menghitung waktu habisnya bahan bakar yang dikonsumsi dan lamanya pengupan air dalam tungku.

b. *Thermometer*



Gambar 3. 2 Industrial infrared thermometer digital

(Sumber: <https://sparta.bsn.go.id/>)

Digunakan sebagai alat untuk mengukur variasi suhu dari tungku pembakaran.

c. *Pressure gauge*



Gambar 3. 3 Pressure gauge

(Sumber: <https://sparta.bsn.go.id/>)

Digunakan untuk menghitung nilai tekanan gas buang yang dihasilkan dari pembakaran.

2. Bahan

- a. Plat esser ukuran 2 mm.

Plat esser atau lembaran besi hitam digunakan sebagai bahan baku untuk membuat tungku.

- b. Pipa besi ukuran 2 inci ketebalan 4 mm

Pipa besi dengan ketebalan 4mm dengan diameter 2inci digunakan sebagai cerobong api dan penyaluran bahan bakar oli.

- c. Nozel terbuat dari plat esser

Nozel yang dibuat dengan variasi diameter 1mm, 2mm dan 3mm sebagai tempat bahan bakar yang dimasukkan kedalam tungku pembakaran.

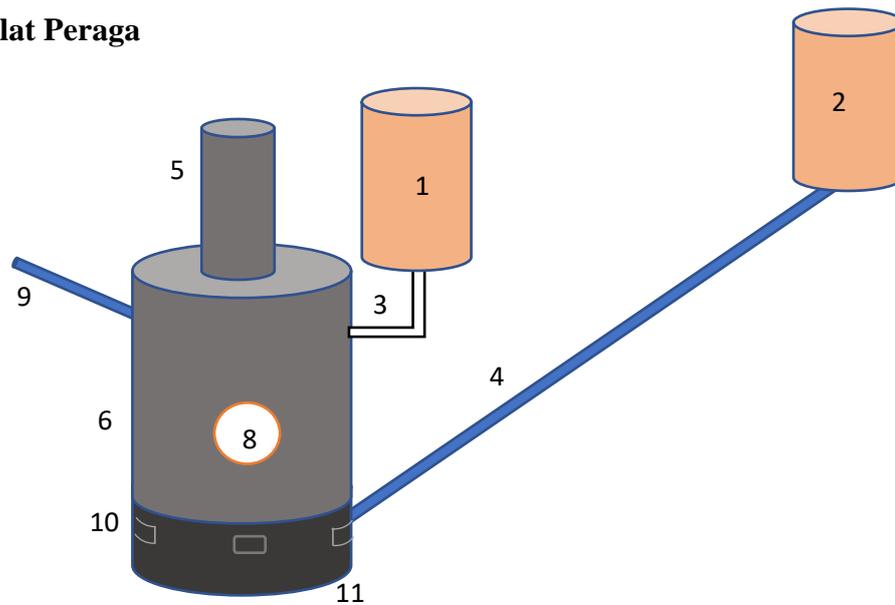
- d. Air

Air digunakan sebagai media penguapan dan uap yang dihasilkan digunakan untuk mendorong api dari tungku pembakaran ke cerobong api ketika air sudah menyentuh titik didih.

- e. Oli bekas

Sebagai bahan bakar utama untuk proses pembakaran.

F. Desain Alat Peraga



Gambar 3. 4 Desain dan bahan alat peraga

Keterangan:

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Tabung penampung air | 6. Tungku Air |
| 2. Tabung penampung oli bekas | 7. Thermometer |
| 3. Lubang pipa masuk air | 8. Savety valve |
| 4. Lubang pipa masuk oli/minyak | 9. Sirkulasi udara pada ruang bakar |
| 5. Cerobong api | 10. Ruang bakar oli/minyak |

G. Langkah Penelitian

Langkah penelitian merupakan fase-fase yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian untuk mendapatkan data secara valid, yang didalamnya terdapat proses dengan konsep-konsep dasar yang digunakan untuk menemukan bukti-bukti yang sebenarnya dan dapat dipertanggung jawabkan. Berikut langkah yang digunakan dalam melakukan penelitian ini:

1. Pembuatan

Pada fase pembuatan terdapat langkah-langkah untuk membuat alat peraga tungku pembakaran yang akan dijabarkan sebagai berikut.

- a. Mempersiapkan segala alat yang akan digunakan dan bahan yang akan dibuat.
- b. Mempersiapkan rangka pembakaran.
- c. Memasukan nozel ke dalam rangka pembakaran lalu disatukan dengan melakukan pengelasan.
- d. Pemasangan pipa 2 inci pada bagian rangka pembakaran dengan pengelasan.
- e. Tabung ketel uap air dimasukan ke dalam rangka pembakaran lalu disatukan dengan pengelasan.
- f. Setelah ketel uap terpasang selanjutnya diberi penutup berupa plat lalu disatukan dengan pengelasan.
- g. Pada tabung dibuatkan lubang untuk keluar atau masuk air.
- h. Pada bagian bawah rangka dimasukan wadah bahan bakar.

2. Persiapan

Pada fase persiapan terdapat langkah-langkah dalam mempersiapkan alat peraga untuk difungsikan sebagai alat yang akan diteliti. Berikut merupakan langkah-langkah yang diperlukan:

- a. Siapkan oli bekas sebanyak 1liter sebagai bahan bakar.
- b. Masukan air ke dalam tabung ketel uap sebanyak 1 liter.

- c. Bahan bakar sebelumnya dicampurkan dengan tisue untuk inisiasi pembakaran.
- d. Selanjutnya air yang di dalam ketel uap dipanaskan hingga mendidih hingga menciptakan uap bertekanan.
- e. Setelah mendidih tekanan uap yang dihasilkan akan masuk melalui nozel.
- f. Uap yang dihasilkan dari mendidihnya air akan mendorong api ke atas melalui cerobong api.
- g. Selanjutnya akan terjadi pembakaran pada cerobong api.

3. Pengujian

Pada fase pengujian akan dilakukan pengambilan data-data yang diperlukan pada penelitian ini. Berikut adalah data data yang akan diambil dari alat peraga:

- a. Suhu pada cerobong api.
- b. Nyala api pada masing masing nozel.
- c. Tekanan dari uap yang dihasilkan.
- d. Waktu penguapan pada masing-masing nozel.

4. Cara Kerja Alat

- 1. Setelah bahan bakar menyala maka api akan memanaskan air yang ada didalam tabung.
- 2. Air yang terpanaskan akan mendidih dan mengeluarkan uap
- 3. Selanjutnya uap akan keluar melalui pipa yang berada didalam tabung menuju nozel pengeluaran.

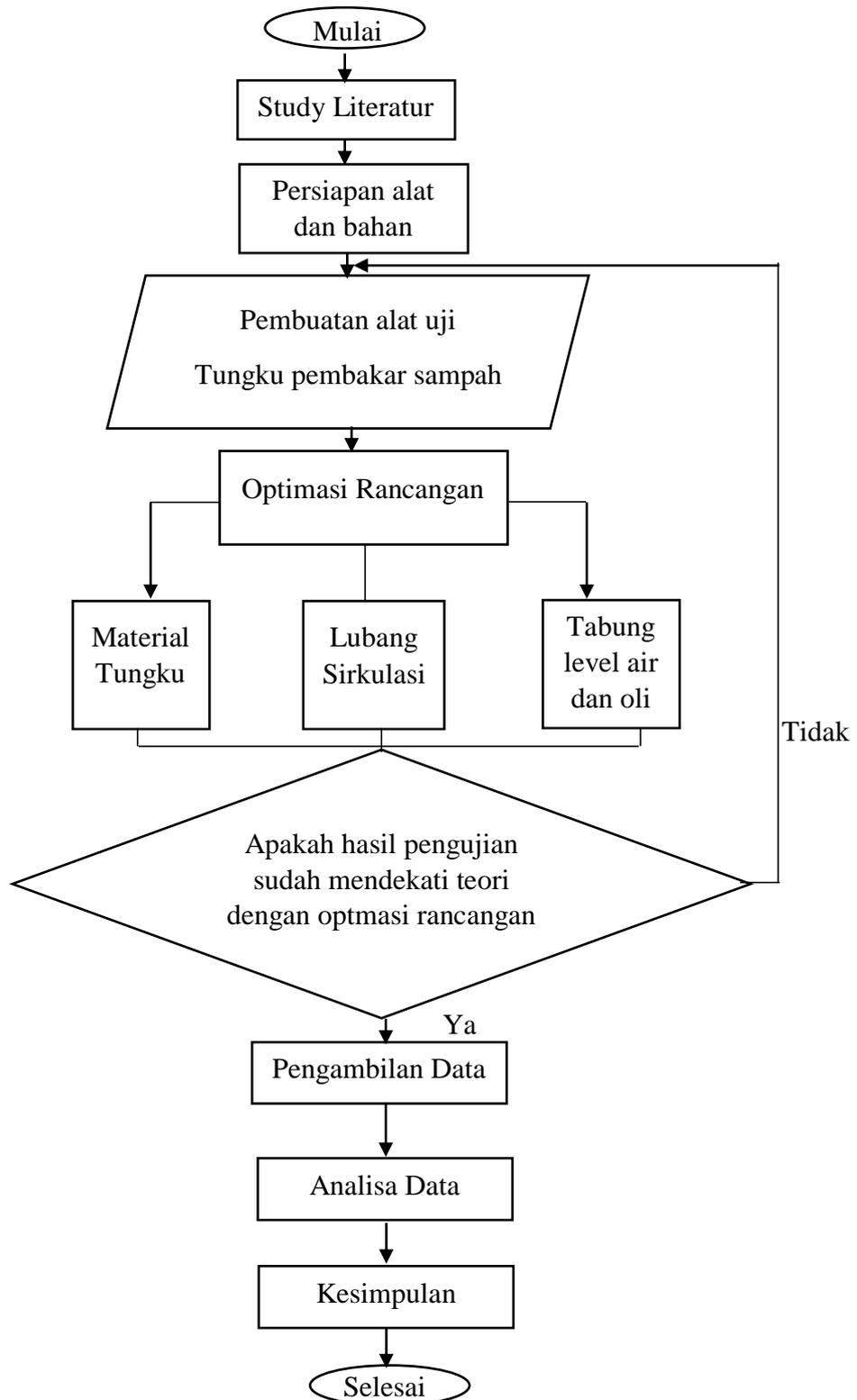
4. Nozel pengeluaran berada pada lubang bawah cerobong api. Sehingga uap air yang keluar dari nozel akan bercampur dengan api sehingga api menjadi besar karena tekanan dari uap air tersebut dan ikut terbakarnya senyawa yang terkandung dalam uap air.
5. Api terus menerus membara semakin besar seiring tingginya uap air yang terus mengalir, dan sebaliknya api akan mengecil seiring menurunnya uap air yang keluar dari nozel.
6. Volume air dan bahan bakar harus terus terjaga agar api terus menyala besar.

H. Teknik Pengolahan Data

Setelah pelaksanaan penelitian kemudian diperoleh data dari hasil serangkaian percobaan, maka data tersebut dapat diamati dan di analisa dari berbagai karakteristik yang diuji yaitu berupa karakteristik nyala api, suhu, tekanan, dan waktu penguapan selanjutnya data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik penyebaran temperature pada tungku.

Tabel 3. 2 Tabel Form Data Penelitian

No	Jenis Bahan Bakar	Tair1 (°C)	Tair2 (°C)	Tapi (°C)	t (Detik)
1	Oli bekas				
	Rata-rata				
2	Jelantah				
	Rata-rata				
3	Jelantah				
	Rata-rata				

J. Diagram Alir Penelitian**Gambar 3. 5 Diagram alir eksperimen**