

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Teknologi di dunia semakin lama semakin berkembang, sejak awal ada revolusi industri yang dimulai dengan adanya penciptaan ketel uap sampai sekarang selalu ada teknologi teknologi baru. Teknologi ini tentunya semakin banyak orang yang menggunakannya karena itu tentunya banyak sekali energi yang dibutuhkan. Bukan sebuah rahasia lagi bahwa didunia saat ini sedang mengalami krisis energi. Oleh karena itu dibutuhkan cara agar energi didunia ini bisa dihemat, atau dengan kata lain mengurangi pemborosan energi agar energi tersebut tidak sia sia. Dalam membicarakan energi tentunya tidak lain membicarakan tentang panas. Pemanfaatan panas telah digunakan untuk banyak sekali teknologi misalnya saja motor bakar untuk kendaraan bermotor. Selain itu juga pada PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) panas dimanfaatkan untuk menguapkan air yang digunakan untuk memutar turbin uap. Panas ini tentunya didapatkan dari pembakaran antara bahan bakar dan udara sehingga dalam kenyataan banyak sekali bahan bakar yang dibutuhkan untuk kehidupan sehari hari. Bahan bakar yang digunakan banyak diantaranya yang berasal dari bahan bakar fosil yang mana semakin hari semakin tipis persediaannya di bumi. Oleh karena itu kita harus bisa memanfaatkannya dengan baik agar tidak terbuang sia sia agar pembakaran dari bahan bakar tersebut bisa efektif. Pembakaran yang efektif adalah pembakaran dimana mencapai kondisi stoikiometri yaitu kondisi dimana jumlah bahan bakar dan udara tepat terbakar sempurna. Kondisi ini tentunya bermanfaat untuk pembakaran karena bahan bakar yang digunakan tidak ada yang terbuang. Namun untuk mencapai hal itu tentunya banyak hal yang perlu dilakukan contohnya saja dengan memperbanyak udara dalam campuran bahan bakar dan udara agar bahan bakar dapat dibakar menjadi lebih bersih karena bahan bakar mempunyai udara yang lebih sehingga mudah untuk mencapai kondisi stoikiometri.

Energi panas yang kita manfaatkan tentunya bukan hanya bahan bakar minyak / fosil saja. Karena pasokannya terbatas kita juga harus memanfaatkan

bahan bakar lain yang yaitu bahan bakar *renewable* atau yang terbarukan yang mana bahan pembuatnya berasal dari tumbuh-tumbuhan. Tumbuhan yang dapat dimanfaatkan misalnya kelapa, jagung, bunga matahari. Tanaman Kelapa kita tahu adalah tanaman yang bisa ditanam dimana saja dan buah yang dihasilkan juga banyak. Sekarang minyak yang berasal dari kelapa sudah banyak diproduksi untuk kosmetik, kesehatan. Namun belum banyak yang digunakan untuk energi yang terbarukan khususnya energi panas. Potensi minyak kelapa dinegara yang beriklim tropis terutama Indonesia sangat besar. Produksi kelapa negara indonesia pada 2010 sebesar 3,26 juta ton. Besarnya produksi ini sangat baik untuk dimanfaatkan sebagai biofuel. Biofuel dari minyak kelapa ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar yang ekonomis karena tersedia melimpah di negara ini. Pemanfaatan dari minyak kelapa ini bisa digunakan untuk bahan bakar terutama pada pembakaran. Proses pembakaran ini sering kita jumpai pada mesin mesin otto dan bunsen burner. Pembakaran *premixed* adalah pembakaran yang terbentuk dimana antara bahan bakar dan oksidator tercampur secara sempurna sebelum sebelum pengapian (ignition). Pengapian ini diperlukan untuk memberikan sejumlah energi dalam bentuk yang sesuai, sehingga dapat dihasilkan suatu pembakaran.

Pada penelitian sebelumnya, Swaminathan (2005) meneliti tentang pengaruh medan magnet terhadap karakteristik api mikro. Penelitian ini memvariasikan kekuatan magnet dan kecepatan api. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi medan magnet dapat mempengaruhi struktur api, panjang api juga berkurang seiring berkurangnya gradien medan magnet secara vertikal. Pada kondisi yang sama temperatur nyala api meningkat. Aplikasi dari gradien medan magnet mengindikasikan bahwa medan magnet dapat meng-induksi oksigen dan juga dapat dijadikan sebagai kontrol pembakaran. Adanya pengaruh medan magnet terhadap proses pembakaran menginspirasi kami untuk menerapkannya pada sistem yang lain, yakni pada pembakaran api premix minyak kelapa. Pengamatan akan dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap kecepatan api premix pada minyak kelapa.

## 1.2 Rumusan Masalah

bagaimana pengaruh kuat medan magnet dan AFR (*Air Fuel Ratio*) terhadap kecepatan api *premixed* pada pembakaran minyak kelapa ?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas, maka perlu dilakukan batasan – batasan sebagai berikut ini :

1. Bahan bakar yang digunakan adalah minyak kelapa murni dari BALITAS Malang, Jawa Timur
2. Jenis pembakaran yang digunakan adalah pembakaran *premixed*
3. Oksidator yang digunakan adalah udara yang terdiri dari 21 % Oksigen dan 79% Nitrogen.
4. Komposisi asam lemak minyak kelapa didapat dari pengujian Laboratorium Penelitian Jurusan Farmasi Universitas Airlangga.
5. Karakteristik pembakaran yang dileliti adalah kecepatan api
6. Tidak memperhitungkan energi LPG (*Liquid Petroleum Gas*) yang digunakan untuk pemanasan minyak kelapa
7. Magnet yang digunakan adalah 2 buah magnet silinder

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang kami lakukan adalah mengetahui pengaruh kuat medan magnet dan AFR (*Air Fuel Ratio*) terhadap kecepatan api pada pembakaran api *premixed* .

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Dapat dijadikan referensi tambahan bagi mahasiswa teknik mesin pada khususnya untuk penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh medan magnet terhadap pembakaran api *premixed*.
2. Sebagai literatur bagi mahasiswa untuk mengembangkan ilmu yang berkaitan dengan fenomena – fenomena karakteristik api pembakaran *premixed*.

3. Menambah khasanah penelitian bagi dunia ilmu pengetahuan khususnya yang berhubungan dengan Teknik bidang konversi energi



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan oleh Gilard, et al, (2009) meneliti tentang pengaruh medan magnet terhadap pembakaran. Dalam penelitian ini digunakan pembakaran difusi. Hasilnya dari penelitian ini adalah medan magnet dapat mempengaruhi konveksi panas di udara dan terdapat penurunan lift dari api secara drastis dengan gradien medan magnet.

Di penelitian lain Swaminathan (2005) meneliti tentang pengaruh medan magnet terhadap karakteristik api mikro. Hasil dari penelitian ini adalah dengan adanya pengurangan medan magnet meningkatkan udara di tepi dari api sehingga tinggi api lebih pendek. Untuk peningkatan medan magnet vertikal membuat api seolah-olah seperti menjauhi medan magnet karena gas api bersifat diamagnetik di alam sehingga menolak ketika diberi medan magnet yang kuat.

Pada penelitian yang dilakukan Barmina, et al, (2010) meneliti tentang efek medan magnet terhadap karakteristik api berputar. Hasil dari penelitian ini adalah efek dari gradien medan magnet pada formasi aliran api berputar diinduksi oleh oksigen yang paramagnetik sehingga api nantinya bisa digunakan sebagai kontrol tambahan pada api dengan dampak langsung pada pembakaran bahan bakar

#### 2.2 Minyak Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah anggota tunggal dalam marga *Cocos* dari suku aren-arenan atau *Arecaceae*. Tumbuhan ini tumbuh subur di Indonesia yang mampu tumbuh sampai mencapai ketinggian antara 10 – 25 meter. Tanaman kelapa ini dapat tumbuh dengan optimal pada daerah dengan curah hujan 1300 sampai 2500 mm per tahun. Dan juga dapat tumbuh optimal pada daerah yang bersuhu antara 20-27 celcius sehingga sangat cocok dengan iklim Indonesia yang tropis. Kelapa juga adalah sebutan untuk buah yang dihasilkan tumbuhan ini. Kelapa bisa dimanfaatkan hampir semua bagiannya oleh manusia sehingga dianggap sebagai tumbuhan serbaguna yaitu sebagai bahan untuk membuat makanan, air pada buah kelapa bisa digunakan untuk menetralkan racun.

Minyak kelapa memiliki banyak manfaat dan memiliki karakteristik yang khas secara fisik. Pada suhu ruang, minyak kelapa berfase cair dan tetap stabil pada suhu rendah maupun suhu tinggi. Pemanfaatan minyak kelapa sangat luas digunakan dalam berbagai industri seperti industri kosmetik misalnya untuk shampoo, perawatan kulit, kondisioner rambut, body lotion, industri kesehatan contohnya sebagai anti bakteri.

Meskipun minyak kelapa banyak telah lama digunakan untuk kesehatan dan kosmetik, namun untuk pemanfaatan sebagai biofuel perlu lebih diperhatikan lagi, karena kelapa memiliki kandungan minyak yang tinggi serta mampu berbuah banyak dalam waktu yang singkat yaitu kurang lebih satu bulan saja. Berikut ini kandungan asam lemak yang terdapat dalam minyak kelapa yang kami gunakan dalam penelitian, sampel diambil +/- 10 mg:

Tabel 2.1 Kandungan Asam Lemak Minyak Kelapa 10 mg

Asam Lemak	Massa (mg)	Rumus Kimia	Mr	mol
Asam miristat	2,678	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	228	0,0117447
Asam palmitat	2,602	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	256	0,0101656
Asam 8,11- oktadekanoat	1,252	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	280	0,0044725
Asam oleat	3,016	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	282	0,0106961
Asam stearat	0,389	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	284	0,0013697
Asam 11-eikosenoat	0,030	C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	310	0,0000961
Asam arakidat	0,017	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>	312	0,0000535
Asam lignoserat	0,016	C <sub>24</sub> H <sub>48</sub> O <sub>2</sub>	368	0,0000424

Sumber : Laboratorium Farmasi Universitas Airlangga

### 2.3 Pembakaran

Pembakaran adalah proses lepasnya ikatan kimia lemah bahan bakar akibat pemberian energi tertentu dari luar menjadi atom yang bermuatan dan aktif sehingga mampu bereaksi dengan oksigen sehingga membentuk ikatan molekul yang kuat yang mampu menghasilkan cahaya dan panas dalam jumlah yang besar (Wardana, 2008:7).

Menurut Turns, pembakaran merupakan reaksi kimia oksidasi yang sangat cepat antara oksigen dan bahan bakar yang dapat terbakar dengan bantuan energi luar ( energi aktivasi) disertai dengan timbulnya cahaya atau Flame) dan menghasilkan kalor (Turns,1996:12).

Bahan bakar biasanya terdiri dari beberapa campuran yang mengandung atom C dan H. Sedangkan oksidator yang lazim digunakan adalah udara karena mudah untuk didapatkan dan jumlahnya sangat banyak. Udara ini mengandung campuran antara oksigen O<sub>2</sub> dan Nitrogen N<sub>2</sub> dan sedikit argon dan lain lain. Jika bahan bakar dan udara ini telah teroksidasi maka pembakaran akan terjadi dan melepaskan energi panas.

Berdasarkan proses pencampuran udara dengan bahan bakar, pembakaran dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

1. Pembakaran difusi adalah proses pembakaran dimana bahan bahan dan udara sebagai oksidator tidak bercampur secara mekanik, melainkan dibiarkan bercampur secara alami melalui proses difusi baru terjadi pembakaran.
2. Pembakaran *premixed* adalah pembakaran dimana bahan bakar dan udara sudah bercampur terlebih dahulu secara mekanik sebelum terjadi pembakaran. Homogenitas dari campuran udara bahan bakar mempengaruhi kualitas dari pembakaran pada pembakaran premixed.

Setelah kita tahu definisi pembakaran maka kita harus mengetahui syarat terjadinya suatu pembakaran. Suatu pembakaran akan terjadi apabila bahan bakar dan udara bercampur dalam jumlah yang cukup sehingga mampu untuk beroksidasi dan melepaskan energi panas. Berikut ini adalah contoh reaksi stoikiometri dalam proses pembakaran sempurna untuk hidrokarbon :



Reaksi stoikiometri diatas menunjukkan jika proses pembakaran tersebut sempurna maka atom C dan H masing masing akan membentuk molekul CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Sedangkan nitrogen tetap karena nitrogen dalam suatu pembakaran hanya sebagai gas Inert yaitu suatu gas ikut dalam pembakaran namun tidak bereaksi selama pembakaran berlangsung.

#### 2.4 Pembakaran *Premixed*

Pembakaran dapat dilakukan secara difusi maupun secara premixed. Pembakaran premixed merupakan pembakaran yang terbentuk saat bahan bakar dan oksidator bercampur sempurna dalam burner sebelum dialirkan ke mulut

burner dan mulai dibakar ( ignition ). Pembakaran secara premixed umumnya ditandai dengan nyala api yang berwarna biru.

Pengapian diperlukan untuk memberikan sejumlah energi dalam bentuk yang sesuai sehingga dapat menghasikan suatu proses pembakaran. Selanjutnya akan terjadi penjararan ke reaktan sebagai suatu nyala (flame) atau deflagration. Proses pembakarna premixed secara luas digunakan pada sistem pembakaran seperti pada mesin otto dan bunsen burner.

Setelah melewati zona reaksi, campuran bahan bakar dan udara akan menjadi api. Zona rekasi dari pembakaran sangatlah tipis yang disebut api premixed. Api premixed akan merambat menuju ke arah reaktan dengan kecepatan unik. Jika kecepatan reaktan sama dengan kecepatan rambat api maka api akan stasioner. Jadi karakter api premixed adalah merambat.

Dalam gelombang pembakaran terdapat dua zona yaitu :

1. Zona pemanasan awal ( preheat zone)

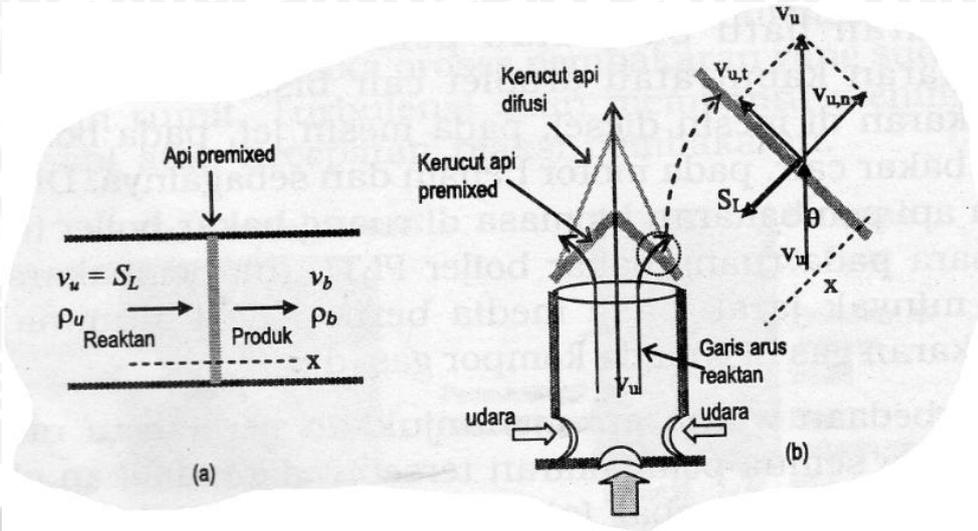
dimana zona ini merupakan daerah awal terjadinya pembakaran. Pada zona pemanasan awal masih banyak konsentrasi reaktan yang belum terbakar sehingga menyebabkan temperatur reaktan di daerah ini masih rendah. Seiring mendekati daerah zona reaksi, konsentrasi reaktan akan semakin berkurang akibat adanya reaksi pembakaran yang terjadi sehingga temperatur reaktan akan meningkat.

2. Zona reaksi (reaction zone)

Daerah dimana sebagian besar energi kimia yang berasal dari reaktan dilepaskan menjadi energi panas. Pada zona reaksi terjadi peningkatan temperatur dan penurunan konsentrasi reaktan akibat proses pembakaran sehingga menyebabkan konsentrasi produk meningkat.

3. zona *post-flame*,

Ditunjukkan dengan temperatur yang tinggi dan pengkombinasian ulang yang radikal, menuju suatu keseimbangan setempat.

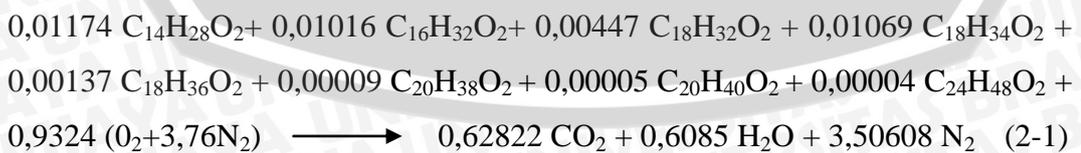


Gambar 2.1 struktur api premixed : (a) di dalam tabung pembakar ; (b) pada nosel Bunsen

Sumber : Wardhana (2008:152)

Bentuk api premixed laminer yang paling khas adalah api bunsen dan api premixed yang merambat di dalam tabung pembakar. Adapun struktur api untuk masing masing pembakar seperti terlihat pada gambar 2.1 Secara sederhana rambatan gelombang pembakaran dapat dibayangkan pada proses gelombang pembakaran di dalam tabung seperti terlihat dalam gambar 2.1 (a). Ke dalam tabung dimasukkan campuran bahan bakar dan udara atau oksigen yang disebut reaktan. Jika salah satu ujung dari tabung diberi penyala, maka api akan merambat dari kanan ke kiri. Di sebelah kanan api akan terbentuk produk sedangkan di sebelah kiri api adalah reaktan

Dari Tabel 2.1 didapatkan persamaan reaksi pembakaran stoikiometri dari 10 mg minyak kelapa dengan udara. Berikut persamaan reaksinya



## 2.5 Kecepatan Pembakaran

Kecepatan pembakaran merupakan gelombang pembakaran (api) menuju reaktan yang terjadi karena adanya gradien temperatur antara produk yang memiliki temperatur tinggi dan reaktan yang memiliki temperatur rendah, sehingga terjadi transfer panas dari produk ke reaktan.

Vektor kecepatan api premixed di dalam tabung Gambar 2.1 (a) sejajar dengan vektor kecepatan yang lainnya, yakni vektor kecepatan dari reaktan dan vektor dari produk. Pada api premixed Bunsen, garis arus kecepatan reaktan sedikit berbelok didekat api, hal ini dikarenakan perubahan dari densitas gas dan mengalir keluar tegak lurus dengan permukaan api.

Untuk api yang stationer pada api bunsen, kecepatan api sama dengan komponen normal kecepatan gas reaktan pada uap lokasi seperti diilustrasikan gambar 2.1 (b). Dengan demikian maka

$$S_L = V_u \sin \theta \quad (\text{Wardana, 2008:154})$$

Dengan

$S_L$  = kecepatan api premixed

$V_u$  = kecepatan reaktan

$\theta$  = sudut antara api dengan sumbu nosel

Rumus diatas adalah rumus dasar untuk menghitung kecepatan api premixed pada nosel Bunsen. Dan  $\theta$  adalah sudut antara api premixed pada nosel. Kecepatan reaktan bisa dihitung menggunakan rumus yaitu :

$$V_u = \dot{m} / (\rho_u A) \quad (\text{Wardana, 2008:154})$$

Dengan,

$\dot{m}$  = massa alir reaktan

$\rho_u$  = densitas reaktan

$A$  = luas penampang lintang nosel

## 2.6 Campuran udara dan bahan bakar

Dalam suatu pembakaran hal yang perlu diperhatikan adalah jumlah campuran antara bahan bakar dengan udara karena hal ini memegang peranan

penting dalam reaksi kimia terutama hasil produk yang akan terbentuk dalam pembakaran. Metode yang paling sering digunakan adalah AFR (*Air Fuel Ratio*), FAR (*Fuel Air Ratio*) dan Ekuivalen Ratio.

### 2.6.1 Air Fuel Ratio

Air Fuel Ratio adalah perbandingan massa udara terhadap massa bahan bakar dalam proses pembakaran. Jika nilai aktual perbandingan massa udara dengan bahan bakar lebih besar dari AFR maka campuran tersebut mengalami kelebihan udara sebaliknya jika semakin kecil nilai aktual perbandingan massa udara dengan bahan bakar terhadap AFR maka campuran tersebut mengalami kelebihan bahan bakar atau udara dalam campuran. AFR dapat juga dinyatakan dalam perbandingan mol bahan bakar dan udara.

Jika d rumuskan maka AFR adalah :

$$(AFR) = \left( \frac{N_{udara}}{N_{bahan\ bakar}} \right)$$

$$(AFR) = \left( \frac{Massa\ udara}{Massa\ bahan\ bakar} \right)$$

Pada pembakaran stoikimoetri minyak kelapa pada persamaan (2-1) dan tabel 2.1 didapatkan

- Massa udara = 0,93247 ( $MrO_2 + 3,76N_2$ )  
= 0,9324 ( $16 \times 2 + 3,76 \times 14 \times 2$ ) = 128,009881 mg
- Massa bahan bakar = 10 mg

$$(AFR) = \left( \frac{M_{udara}}{M_{bahan\ bakar}} \right) = \frac{128,00981\text{mg udara}}{10\text{ mg bahan bakar}}$$

$$= 12,8 \frac{\text{mg udara}}{\text{mg bahan bakar}}$$

### 2.6.2 Equivalence Ratio $\phi$

Ekuivalen ratio ( $\phi$ ) adalah perbandingan antara Air Fuel Ratio (AFR) saat kondisi stoikiometri dengan Air Fuel Ratio (AFR) saat kondisi aktual atau juga

dapat dikatakan perbandingan Fuel Air Ratio (FAR) saat kondisi aktual dengan Fuel Air Ratio (FAR) saat kondisi stoikiometri. Jika dirumuskan maka *equivalence ratio* :

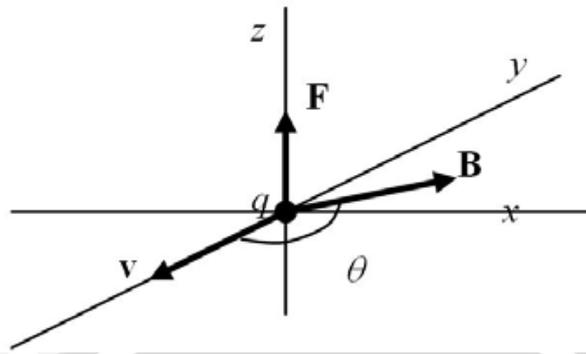
$$\phi = \frac{AFR \text{ stoikiometri}}{AFR \text{ aktual}}$$

Dari penjelasan tadi maka terdapat tiga kondisi yang akan terjadi yaitu:

- Jika  $\phi > 1$  : Terdapat kelebihan bahan bakar dalam campuran atau disebut dengan campuran kaya bahan bakar
- Jika  $\phi = 1$  : merupakan campuran yang stoikiometri dan pembakaran akan sempurna
- Jika  $\phi < 1$  : Terdapat kekurangan bahan bakar dalam campuran atau disebut dengan campuran miskin.

### 2.7 Definisi Medan Magnet

Medan magnet adalah suatu medan atau ruangan yang dapat menimbulkan gaya pada benda-benda magnet atau partikel bermuatan listrik. Medan magnet merupakan medan tertutup, artinya garis medannya selalu merupakan lingkaran tertutup. Kawat penghantar yang dialiri arus listrik, garis medan magnetnya merupakan lingkaran-lingkaran tertutup yang berpusat pada penghantar tersebut. Kuat medan magnet akan semakin lemah jika jarak dari sumber semakin jauh. Medan magnet tidak dapat dihalangi oleh benda-benda yang tidak permeabel seperti tubuh manusia, bangunan, tanah dan pepohonan.



Gambar 2.2 Penggambaran Gaya yang dihasilkan Medan Magnet

Sumber : (Halliday,1984)

Dari penjelasan di atas didapatkan sebuah rumusan dasar dari besarnya medan magnetik yang ditunjukkan rumus 2.1 dan 2.2

$$F = q_0 \cdot B \cdot v \quad (\text{Halliday, 1984:253})$$

$$B = \frac{F}{q_0 \cdot v} \quad (\text{Halliday, 1984:253})$$

Medan magnet ( $B$ ) memiliki satuan SI *tesla* (disingkat T) atau weber/m<sup>3</sup> dengan mengingat 1 coulomb/sekon adalah satu ampere maka kita peroleh:

$$1 \text{ tesla} = 1 \text{ weber/m}^2 = 1 \text{ newton}/(\text{ampere.meter})$$

Sebuah satuan lain yang digunakan adalah *gauss*, hubungan diantara satuan-satuan tersebut adalah:

$$\text{tesla} = 1 \text{ weber/m}^2 = 10^4 \text{ gauss}$$

Dipasaran sekarang ini banyak dijual peralatan magnetik yang diklaim dapat menghasilkan pembakaran sempurna yang akan meningkatkan nilai ekonomis bahan bakar dan menghasilkan polusi CO dan HC yang rendah. Berdasarkan penelitian oleh Sdr. I Nyoman Utama tentang " Studi eksperimental pengaruh penambahan medan magnet (0,4 - 1,12) Tesla pada temperatur nyala api bahan bakar Bensin " diperoleh kesimpulan bahwa penambahan medan magnet dapat mempengaruhi kualitas pembakaran bahan bakar Bensin yang ditandai dengan adanya kenaikan temperatur dari nyala api pada masing-masing titik pengukuran dengan peningkatan maksimum sebesar 59,93°C atau sebesar 5,96 % pada kuat medan magnet 1,12 Tesla . Selain itu magnet juga bisa

mempengaruhi laju aliran oksigen berdasarkan arah medan magnet yang dihasilkan, sementara oksigen adalah salah satu dari tiga syarat terjadinya pembakaran.

## 2.8 Kestabilan Nyala Api

Api dikatakan stabil atau stationer adalah ketika kecepatan gas reaktan sama dengan kecepatan api.

$$S_L = V_u \sin \theta$$

Parameter yang menunjukkan kestabilan api dalam proses pembakaran yaitu, *blow off*, *flash back*, dan *lift off*.

### 2.8.1 Blow off

*Blow off* adalah keadaan dimana api padam akibat batas kecepatan aliran lebih besar daripada laju nyala atau kecepatan pembakaran. Kondisi ini harus dihindari karena dapat membuat bahan bakar semakin boros. Selain itu jika hal ini terjadi pada industri tentunya akan menyebabkan proses produksi menjadi terganggu dan menimbulkan kerugian. Untuk mengatasi hal ini harus diperhatikan batas kecepatan aliran yang tepat sebelum terjadinya *blow off*.

### 2.8.2 Flash back

*Flash back* adalah keadaan dimana kecepatan pembakaran atau laju nyala lebih besar dari pada laju aliran Reaktan. Hal ini menyebabkan api masuk ke tempat bahan bakar keluar sebelum ke nozel pada pembakaran difusi atau ke tempat pencampuran bahan bakar dan udara pada pembakaran premix. *Flash back* ini tidak hanya merugikan karena api akan padam juga dari sisi keamanan sangat berbahaya. *Flash back* ini terjadi dengan cepat dan menimbulkan bunyi seperti ledakan.

### 2.8.3 *Lift off*

Ketika kecepatan aliran cukup tinggi dan tidak diimbangi dengan kecepatan api pembakaran, api akan menjauh dari mulut nosel atau disebut dengan *lift off*. Peristiwa ini akan membuat api tidak bertahan stabil, oleh karena itu kecepatan aliran reaktan harus cukup rendah dan sebanding dengan kecepatan api pembakaran sehingga api akan menyentuh atau menempel dimulut nosel

## 2.9 Hipotesa

Semakin kuat medan magnet dan semakin besar AFR (Air Fuel Ratio) yang mempengaruhi api, maka kecepatan api *premixed* minyak kelapa lebih tinggi namun ketika AFR yang diberikan semakin kecil maka kecepatan api akan lebih rendah



## BAB III

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*). Metode penelitian ini dipilih karena dianggap paling tepat untuk meneliti hubungan sebab-akibat antar variabel dalam suatu proses. Sebab-akibat yang diteliti pada penelitian ini adalah pengaruh kuat medan magnet terhadap kecepatan pembakaran *premixed* minyak kelapa.

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mesin Fluida, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, pada bulan Agustus 2014 sampai selesai.

#### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah :

##### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan ditentukan sebelum penelitian dilakukan. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah variasi kekuatan medan magnet dan AFR (*Air to Fuel Ratio*).

- Kekuatan Medan Magnet yang digunakan :
  - 30,1 mT, Titik 1
  - 10,4 mT, Titik 2
  - 29,8 mT, Titik 3
- AFR yang digunakan :
  - 9,552 (*equivalence ratio* : 1,34)
  - 12,73 (*equivalence ratio* : 1,005)
  - 15,92 (*equivalence ratio* : 0,805)
  - 19,105 (*equivalence ratio* : 0,67)
  - 22,289 (*equivalence ratio* : 0,575)

##### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kecepatan api.

### 3. Variabel Terkontrol

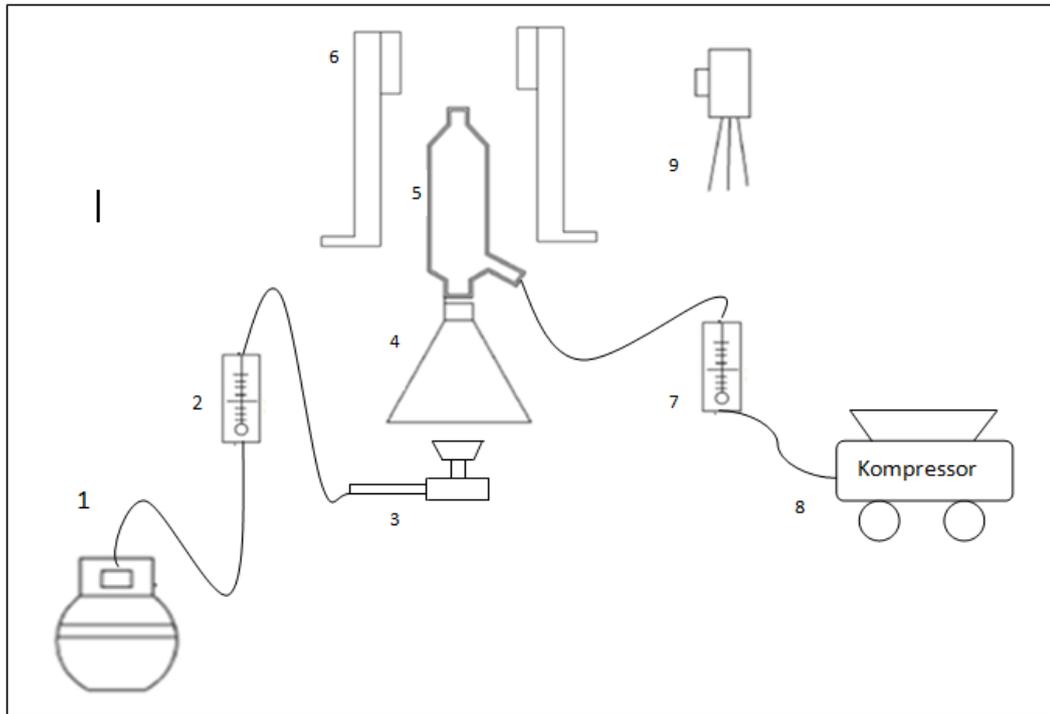
Variabel terkontrol adalah variabel yang dijaga tetap selama pengujian. Dalam penelitian ini variabel yang dijaga tetap adalah dimensi *burner*, debit LPG ke kompor mawar, debit minyak kelapa yang diuapkan, dan debit udara.

### 3.3 Skema Penelitian

Penelitian ini adalah meneliti api *premixed* dari pembakaran uap minyak kelapa yang dipengaruhi oleh magnet, sehingga alat utamanya adalah *burner*, tabung *premixed*, dan magnet.

Pada gambar 3.1 dapat dilihat terdapat 9 alat penelitian utama yaitu LPG, *flowmeter* LPG dan udara, kompor gas mawar, ketel, *burner* dan tabung *premixed*, *holder* dan magnet, kamera, dan kompresor udara.

Gas LPG disini diatur debit alirannya menggunakan *flowmeter* LPG, lalu dialirkan ke kompor gas mawar. Ketel, dan *burner* dan tabung *premixed* dirangkai menjadi satu untuk mengalirkan uap minyak kelapa ke ujung *burner*. Udara untuk campuran bahan bakar disini diperoleh dari kompresor udara lalu debit alirannya di atur oleh *flowmeter* udara untuk memperoleh AFR yang berbeda-beda. Magnet disini diletakkan di sisi kiri dan kanan dari *burner*, dengan kata lain *burner* diapit oleh kedua magnet. Kamera diletakkan di depan *burner* untuk mendapatkan gambar yang akan diolah sebagai data.



Gambar 3.1 Skema Penelitian

Keterangan Gambar :

1. LPG
2. Flowmeter LPG
3. Kompor Gas
4. Ketel Uap
5. Burner
6. Holder dan Magnet
7. Flowmeter udara
8. Kompresor
9. Kamera

### 3.4 Peralatan Penelitian

#### 1. Ketel Bahan Bakar

Alat ini digunakan untuk tempat memanaskan bahan bakar minyak kelapa sampai mencapai fase uap.

Merk : Iwaki

Bahan : Kaca Pyrex

Volume maksimum : 500 ml

## 2. Burner dan Tabung *premixed*

Jenis burner yang digunakan pada penelitian ini adalah *circular tube burner* yang menjadi satu dengan tabung pencampur bahan bakar dan udara.

Bahan	: Besi dan kuningan
Diameter luar <i>burner</i>	: 11,5
Diameter dalam <i>burner</i>	: 8,5 mm
Diameter luar tabung <i>premixed</i>	: 38 mm
Diameter dalam tabung <i>premixed</i>	: 35,5 mm
Tinggi tabung <i>premixed</i>	: 75 mm
Tebal	: 1,75 mm

## 3. Minyak kelapa

Minyak kelapa digunakan sebagai bahan bakar yang akan diteliti. Minyak kelapa didapatkan dari hasil pengepresan yang dilakukan di BALITAS, Malang.

## 4. LPG (*Liquified Petroleum Gas*)

LPG digunakan sebagai bahan bakar kompor mawar untuk memanaskan minyak kelapa. LPG yang digunakan berasal dari PT. Pertamina Persero dengan campuran 50% propana ( $C_3H_8$ ) dan 50% butana ( $C_4H_{10}$ ).

## 5. *Flow Meter* LPG dan Udara

Alat ini digunakan untuk mengukur serta mengontrol debit aliran LPG ke kompor mawar serta debit aliran udara ke tabung *premixed*.

- Merk	: Zyia
- Kapasitas	: 0,5 – 8 Liter/min ( <i>flowmeter</i> LPG) 0,3 – 5 Liter/ min ( <i>flowmeter</i> udara)

## 6. Kompor Gas Mawar

Kompor ini digunakan untuk menghasilkan api pemanas minyak kelapa

### 7. Kompresor Udara

Alat ini digunakan untuk mensuplai udara pada instalasi penelitian.

Spesifikasi kompresor yang digunakan adalah :

Merk	: Wipro
Model	: 10 KD
Daya	: 1 HP
Voltase	: 220 V
Arus	: 7,5 A
Kecepatan Motor	: 2850 rpm
Volume Tanki	: 24 L
Tekanan Maksimum	: 0,8 Mpa
Frekuensi	: 50 Hz

### 8. Selang

Selang digunakan untuk mengalirkan aliran gas LPG ke *Flow meter* lalu ke kompor gas mawar. Selain itu selang juga digunakan untuk mengalirkan suplai udara ke *Flow meter* udara lalu ke tabung *premixed*.

### 9. Pipet Tinta Printer

Pipet ini digunakan untuk mengambil uap minyak kelapa lalu ditimbang. Tujuannya adalah mencari densitas atau massa jenis dari uap minyak kelapa.

### 10. Engsel Timbang

Engsel timbang digunakan untuk mengetahui perubahan berat minyak kelapa di ketel saat pemanasan berlangsung. Tujuannya adalah untuk mengetahui massa alir dari uap minyak kelapa.

Panjang Lengan	: 50 cm
Tinggi	: 40 cm
Bahan	: Kayu

#### 11. Timbangan Elektrik

Timbangan ini digunakan untuk mengukur perubahan berat minyak kelapa di ketel saat pemanasan, selain itu untuk menimbang berat pipet tinta printer saat kosong dan saat terdapat uap minyak kelapa.

#### 12. Holder Magnet

Digunakan untuk memegang dan menahan magnet saat pengambilan data.

#### 13. Magnet Silinder

Digunakan untuk menghasilkan medan magnet sebagai variabel bebas penelitian ini. Dimensi dari magnet ini adalah Diameter 7 cm dan tebal 4 cm.

#### 14. Kamera

Digunakan untuk pengambilan data yaitu berupa gambar dimensi api.

#### 15. Tesla meter

Alat ini digunakan untuk mengukur kekuatan medan magnet

### 3.5 Prosedur Penelitian

Sebelum dilakukan pengambilan data berupa gambar dimensi api, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui densitas uap minyak kelapa dan massa alir uap minyak kelapa.

#### A. Prosedur menentukan massa jenis uap minyak kelapa

1. Siapkan ketel, kompor gas mawar, pipet tinta printer, *flowmeter* gas LPG, dan timbangan elektrik.
2. Timbang berat pipet tinta printer kosong lalu catat.
3. Tuangkan minyak kelapa sebanyak 100 ml lalu panaskan dengan kompor gas mawar.
4. Atur debit aliran gas LPG menggunakan *flowmeter* gas LPG.
5. Tunggu sampai minyak kelapa menguap dengan debit uap yang dirasa sudah konstan.

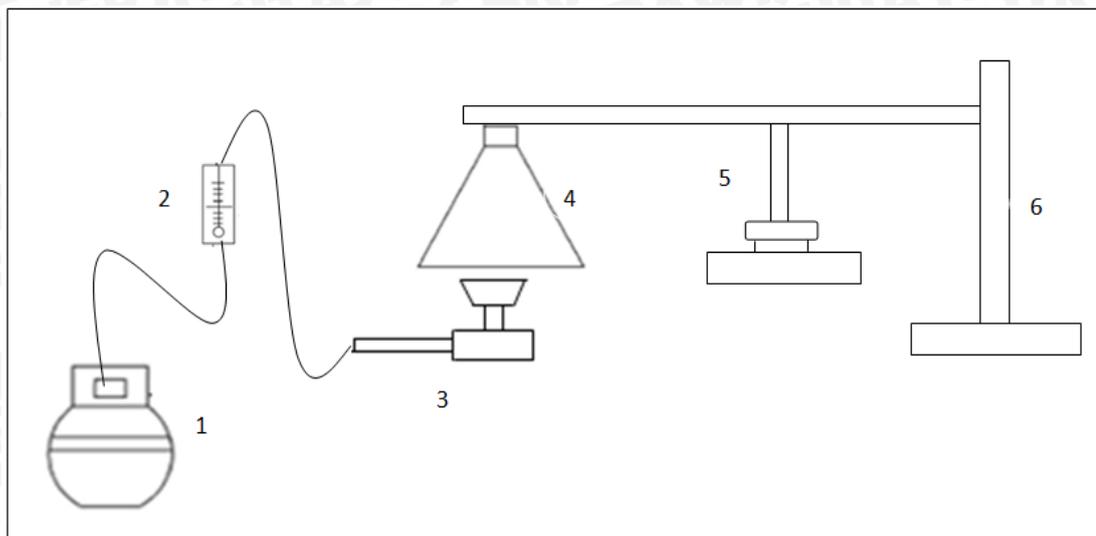
6. Ambil uap minyak kelapa menggunakan pipet tinta printer sebanyak 20 ml.
7. Timbang pipet tinta printer yang sudah berisi uap minyak kelapa lalu catat.
8. Hitung massa uap minyak kelapa dengan mengurangi hasil dari langkah 7 dengan langkah 2.
9. Hitung massa jenis uap minyak kelapa dengan membagi hasil langkah 8 dengan volume pipet tinta printer (20 ml).

Dari pengujian didapatkan hasil massa jenis uap minyak kelapa adalah 0,09 gr/20 ml atau sama dengan  $4,5 \text{ kg/m}^3$

#### B. Prosedur menentukan massa alir uap minyak kelapa

1. Siapkan ketel, kompor gas mawar, *flowmeter* gas LPG, engsel timbang, dan timbangan elektrik.
2. Atur lengan tekan engsel timbang pada posisi tengah lengan engsel timbang (25 cm dari ketel dan 25 cm dari engsel).
3. Susun instalasi penelitian seperti gambar skema 3.10.
4. Tuangkan minyak kelapa sebanyak 150 ml lalu panaskan dengan kompor gas mawar.
5. Atur debit aliran gas LPG menggunakan *flowmeter* gas LPG.
6. Tunggu sampai minyak kelapa menguap dengan debit uap yang dirasa sudah konstan.
7. Catat berat yang terbaca di timbangan elektrik.
8. Setelah langkah 7 biarkan minyak menguap selama 1 menit.
9. Setelah 1 menit catat perubahan berat yang terbaca di timbangan elektrik.
10. Hitung massa alir per-menit uap minyak kelapa dengan cara mengurangi hasil langkah 9 dengan hasil langkah 7.

Dari pengujian didapatkan hasil Massa alir uap minyak kelapa sebesar 0,19 gr/menit



Gambar 3.2 Skema pengujian massa alir uap minyak kelapa

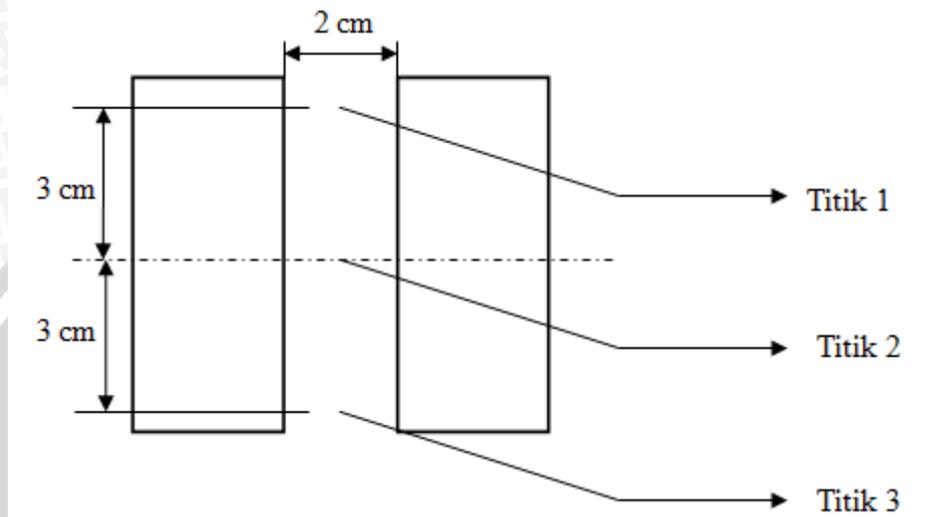
Keterangan gambar :

1. LPG
2. Flowmeter
3. Kompor Gas
4. Ketel
5. Timbangan Elektrik
6. Engsel Timbang

C. Prosedur pengambilan data

1. Siapkan ketel, kompor gas mawar, *flowmeter* gas LPG dan udara, kompresor udara, kamera, *burner* dan tabung *premixed*, *holder* dan magnet.
2. Susun instalasi penelitian seperti pada gambar 3.1
3. Tuangkan minyak kelapa sebanyak 150 ml lalu panaskan dengan kompor gas mawar.
4. Atur debit aliran gas LPG menggunakan *flowmeter* gas LPG.
5. Tunggu sampai minyak kelapa menguap dengan debit uap yang dirasa sudah konstan.
6. Buka katup pada *flowmeter* udara.
7. Atur debit aliran udara menggunakan *flowmeter* udara.
8. Nyalakan api menggunakan korek api.
9. Letakkan kedua magnet bersama *holder* mengapit ujung *burner* pada posisi jarak antar kedua magnet 2 cm, pada titik 1 dengan debit aliran udara 1,5 liter/menit

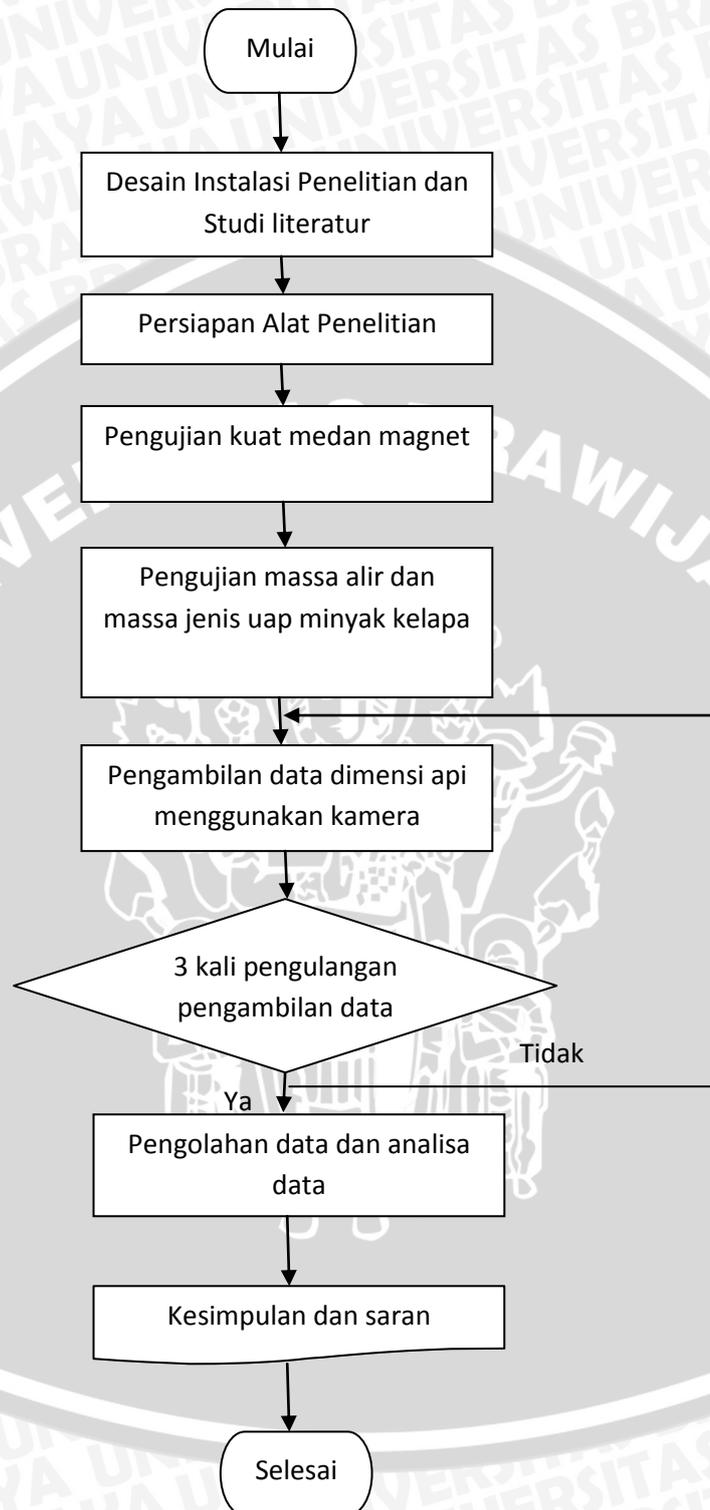
10. Ambil data gambar menggunakan kamera.
11. Ulangi langkah 9 dan 10 pada :
  - Titik 1, debit aliran udara 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 liter/menit
  - Titik 2, debit aliran udara 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 liter/menit
  - Titik 3, debit aliran udara 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 liter/menit



Gambar 3.3 Skema titik Peletakkan ujung burner



### 3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian