

**PENGARUH GRADIEN MEDAN MAGNET TERHADAP KECEPATAN  
API *PREMIXED* MINYAK BUNGA MATAHARI**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

**I PUTU DIAN PARMANA**  
**NIM. 105060207111007 - 62**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PENGARUH GRADIEN MEDAN MAGNET TERHADAP KECEPATAN  
PEMBAKARAN API *PREMIXED* MINYAK BUNGA MATAHARI**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**I PUTU DIAN PARMANA**  
**NIM. 105060207111007 - 62**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh:**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M. Eng., Ph.D.   Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.**  
**NIP. 19590703 198303 1 002                      NIP. 19740121 199903 1 001**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH GRADIEN MEDAN MAGNET TERHADAP KECEPATAN  
PEMBAKARAN API *PREMIXED* MINYAK BUNGA MATAHARI**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

**I PUTU DIAN PARMANA**  
NIM. 105060207111007 - 62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
Tanggal 18 Nopember 2014

**Majelis Penguji**

**Skripsi I**

**Skripsi II**

**Prof. Ir. Sudjito, Ph.D.**  
NIP. 19470330 198002 1 001

**Ir. Agustinus Ariseno, MT.**  
NIP. 19510822 198701 1 001

**Skripsi III**

**Dr. Eng. Yudi Surya Irawan, ST., M. Eng.**  
NIP. 19750710 199903 1 004

Mengetahui  
Ketua Program Studi S1  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

**Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT**  
NIP. 19750802 199903 2 002

## KATA PENGANTAR

Om Avighnamastu Puji Syukur saya panjatkan kehadapan IDA SANG HYANG WIDHI WASA karena atas Asungkarta WaranugrahaNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari” sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Pada Kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu sehingga terselesaikannya skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak I Putu Suaja Edi dan ibu Ni Luh Ketut Sunyiari dan adik tercinta Ni Made Emmy Wulan Sari yang sebagai semangat hidup yang selalu memberi kasih sayang, fasilitas, dukungan moril, Doa dan selalu mendukung apa yang saya lakukan.
2. Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M. Eng., Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberi ilmu, bimbingan, masukan, dan saran dalam menyusun skripsi ini.
3. Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan Selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberi masukan dalam menyusun skripsi ini.
4. Purnami, ST., MT. Selaku Sekretaris Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Ir. Hastono Wijaya., MT. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh Staf Pengajar dan Administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
7. Keluarga di malang Omman, Budek, Ijick, Ade ayu yang memberi fasilitas lengkap, pengalaman dan dukungan selama saya mengenyam pendidikan di malang.
8. Keluarga besar Pak agus, Bu jero sanur, Buktu, Pak Yunik, Mbah, Pekak, Gektin dan Semua Keluarga yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

9. Ida Bagus Anom Putera Manuaba, Komang Tania Parameçwari yang terkasih, tercinta dan tersayang yang selalu menjadi sahabat, teman dan saudara kapanpun saya butuhkan.
10. Teman ST. Sudharma Kuti yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu memberi wadah ketika saya pulang ke Bali dan tempat sharing berbagi suka dan duka, bersenang – senang .
11. Teman Puri K-Cool Gede Indra, Komang Landung, Kenyet, Brongez, Dek War, Mang oni, Dede, Surya, Novan dan lainnya yang mash banyak lagi terimakasih kontrakannya yang selalu menjadi wadah tempat berkreasi, berbagi suka duka, tempat istirahat selama saya kuliah di malang.
12. Semua Teman UNIKAHIDA Terima Kasih Rasa Kekeluargaannya saya tidak pernah merasa jauh dari rumah jika berada disini Pengalaman Organisasinya Terima kasih sekbernya yang menjadi wadah Sharing.
13. Teman FOSFOR yang selalu menjadi wadah canda tawa Kentung, Peker, Batre, dan lainnya terima kasih banyak.
14. Teman seperjuangan Skripsi Reza Harendra Putra dan Aditya Primadianto yang selalu membantu dalam pengerjaan Skripsi ini.
15. Teman IMMORTAL terima kasih kalian semua atas Kebersamaannya saat mengenyam pendidikan di Jurusan Mesin UB.
16. Semua teman yang ada di Bali dan di Malang dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terima kasih kalian semua atas dukungannya.

Penulis Menyadari bahwa Skripsi ini msih jauh dari sempurna, untk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Semoga Skripsi ini memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Malang, 18 November 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
 <b>BAB II TINJUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 Minyak Bunga Matahari .....	6
2.3 Definisi Medan Magnet .....	9
2.4 Pembakaran .....	10
2.5 Injeksi Uap .....	11
2.6 Rasio udara dan Bahan Bakar .....	11
2.7 <i>Equivalence ratio</i> .....	13
2.8 Pembakaran <i>Premixed</i> Laminer .....	15
2.9 Hipotesis .....	17
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2 Variabel Penelitian .....	18
3.3 Peralatan Penelitian .....	19
3.4 Metode Pengambilan Data .....	23

3.5 Diagram Alir Penelitian.....26

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian .....27

4.2 Pengolahan Data.....27

4.2.1 Contoh Perhitungan massa alir .....27

4.2.2 Contoh Perhitungan Kecepatan Api .....28

4.3 Pembahasan.....28

4.3.1 Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premixed  
Minyak Bunga Matahari Tanpa Medan Magnet.....29

4.3.2 Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premixed  
Minyak Bunga Matahari Pada Titik 1.....31

4.3.3 Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premixed  
Minyak Bunga Matahari Pada Titik 2.....33

4.3.4 Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premixed  
Minyak Bunga Matahari Pada Titik 3.....34

4.3.5 Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premixed  
Minyak Bunga Matahari Pada Berbagai Titik .....36

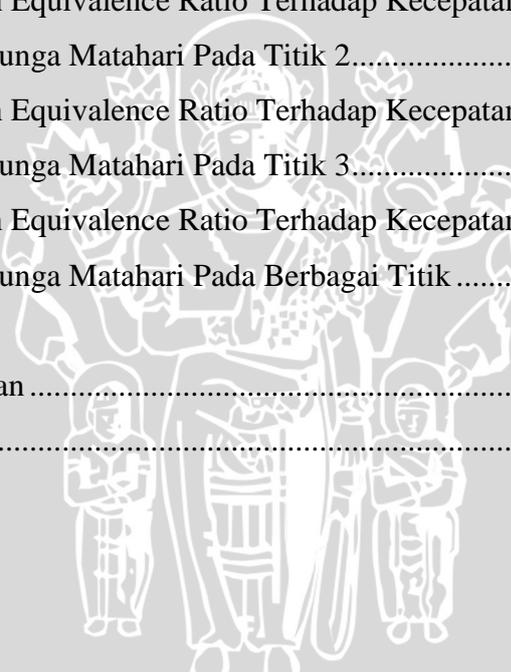
**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....40

5.2 Saran .....40

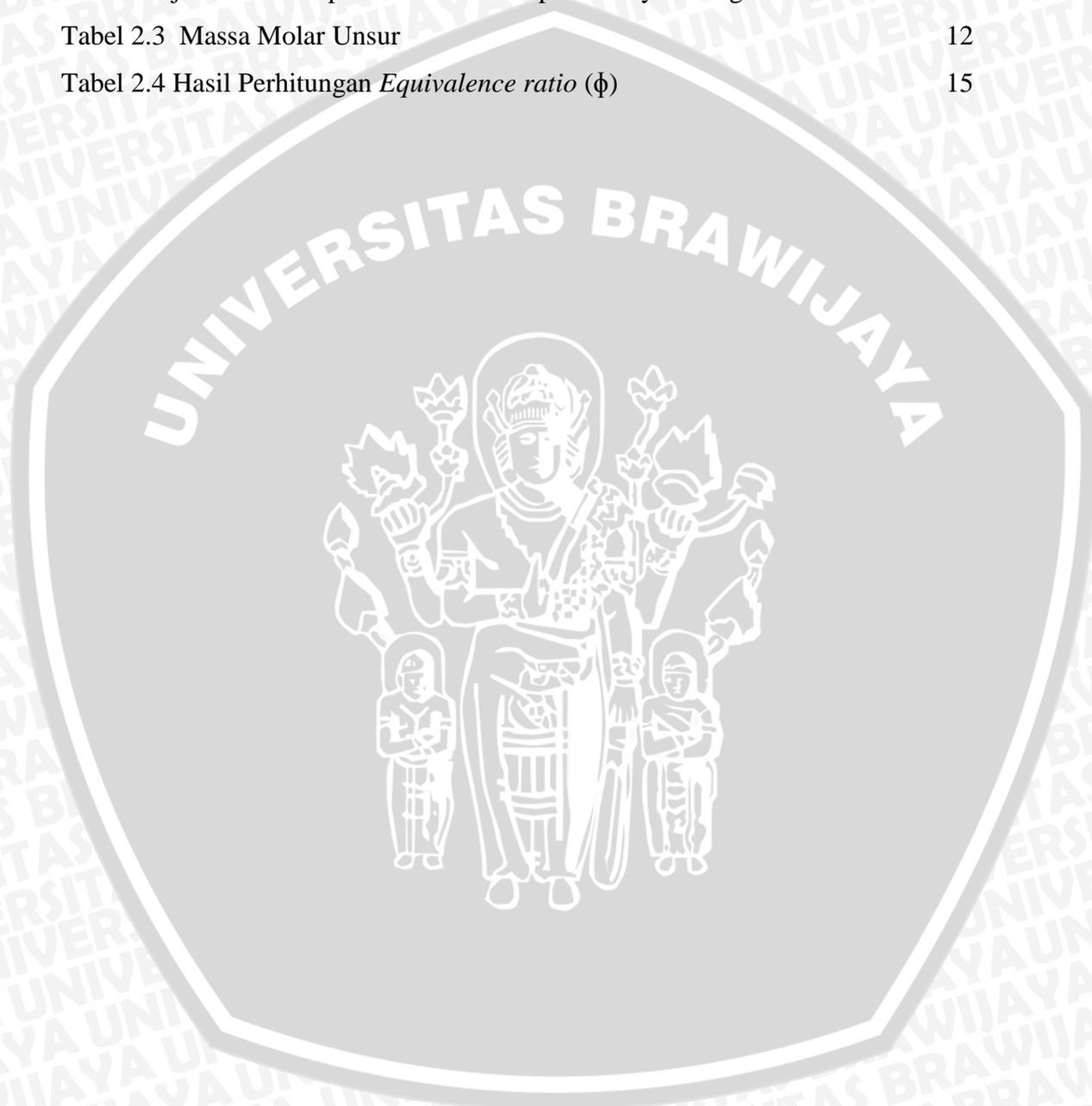
**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Karakteristik minyak bunga matahari	8
Tabel 2.2	jenis dan komposisi asam lemak pada minyak bunga matahari	8
Tabel 2.3	Massa Molar Unsur	12
Tabel 2.4	Hasil Perhitungan <i>Equivalence ratio</i> ( $\phi$ )	15

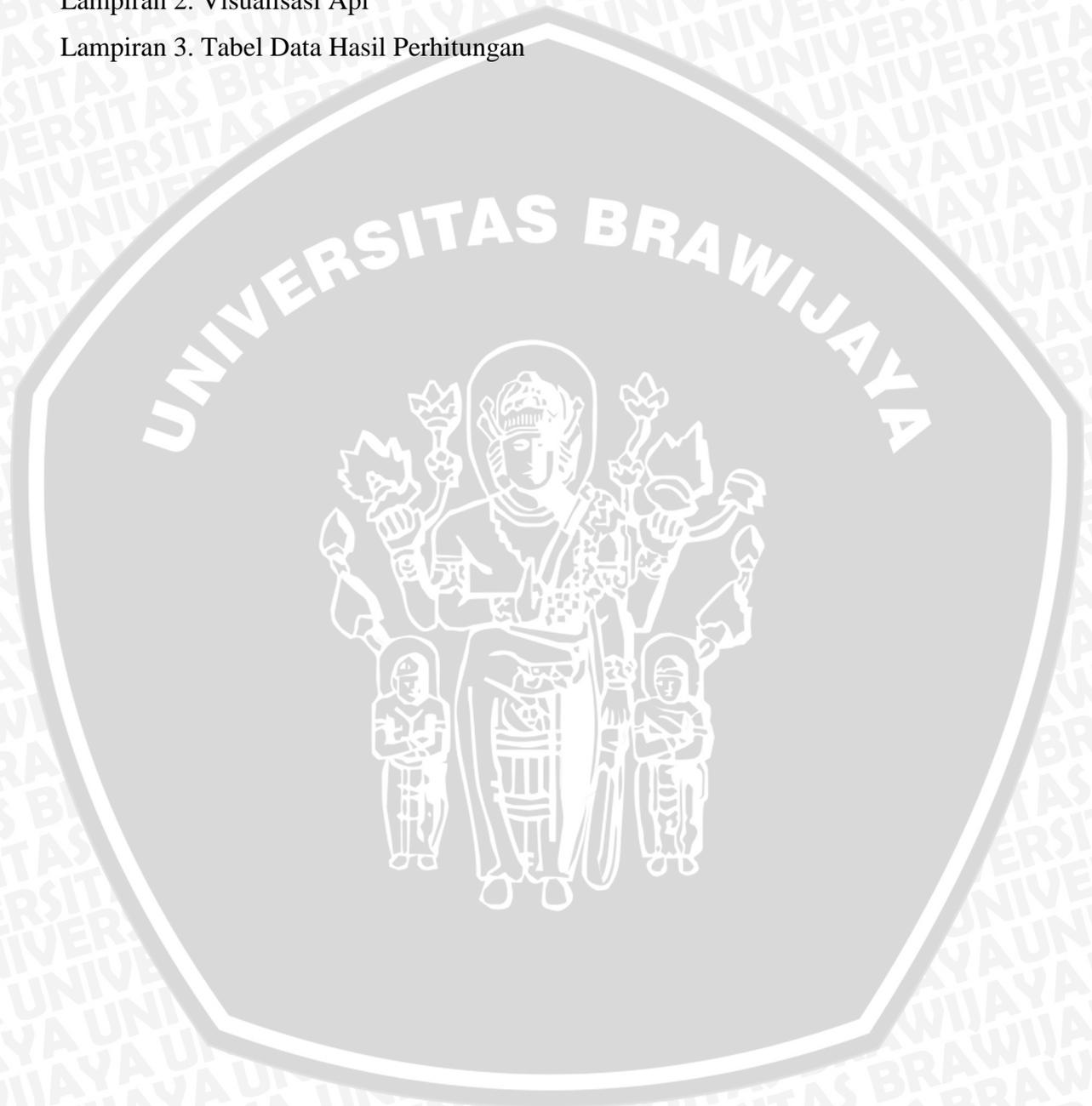


## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Penggambaran Gaya yang dihasilkan Medan Magnet	10
Gambar 2.2	Struktur Api Premixed (a) di dalam tabung pembakar (b) pada Nosel Bunsen	16
Gambar 3.1	Skema Instalasi Alat	18
Gambar 3.2	(a) <i>Burner</i> dan Tabung <i>Premixed</i> , (b) dimensi <i>burner</i> dan tabung <i>premixed</i>	21
Gambar 3.3	Magnet Silinder	22
Gambar 3.4	skema titik ujung burner	25
Gambar 3.5	Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1	Grafik Hubungan <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Kecepatan Api <i>Premixed</i> Minyak Bunga Matahari Tanpa Medan Magnet	29
Gambar 4.2	Grafik Hubungan <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Kecepatan Api <i>Premixed</i> Hidrogen – udara	29
Gambar 4.3	Grafik Hubungan <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Kecepatan Api <i>Premixed</i> Minyak Bunga Matahari Pada Titik 1 Dengan Kuat Medan Magnet 30,1 mT	31
Gambar 4.4	Grafik Hubungan <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Kecepatan Api <i>Premixed</i> Minyak Bunga Matahari Pada Titik 2 Dengan Kuat Medan Magnet 10,4 mT	33
Gambar 4.5	Grafik Hubungan <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Kecepatan Api <i>Premixed</i> Minyak Bunga Matahari Pada Titik 3 Dengan Kuat Medan Magnet 29,8 mT	34
Gambar 4.6	Grafik Hubungan <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Kecepatan Api <i>Premixed</i> Minyak Bunga Matahari Pada Berbagai Titik	36
Gambar 4.7	Arah Oksigen (O <sub>2</sub> ) Pada Titik 1	37
Gambar 4.8	Arah Oksigen (O <sub>2</sub> ) Pada Titik 2	38
Gambar 4.9	Arah Oksigen (O <sub>2</sub> ) Pada Titik 3	39

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1.	Tabel data hasil pengujian asam lemak di Universitas Airlangga
Lampiran 2.	Visualisasi Api
Lampiran 3.	Tabel Data Hasil Perhitungan



## RINGKASAN

**I Putu Dian Parmana.**, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, November 2014, *Pengaruh Gradien Medan Magnet Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari*. Dosen Pembimbing Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M. Eng., Ph.D., Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.

Pembakaran merupakan suatu proses oksidasi bahan bakar yang menghasilkan pelepasan kalor pada temperature tinggi dan gas buang. Pada sistem pembakaran terdapat 3 syarat yang sangat penting yaitu bahan bakar (*fuel*), udara (*air*), dan energy panas atau energy aktivasi. Kecepatan pembakaran laminar merupakan parameter penting dari campuran yang terbakar karena berisi informasi mendasar reaktivitas, difusivitas, dan *exothermicity*. Penambahan medan magnet merupakan alternatif dalam meningkatkan efisiensi pembakaran. Penambahan medan magnet pada bahan bakar mampu memberikan peningkatan kepolaran dan penurunan viskositas tanpa merubah komposisi dari struktur molekul bahan bakar. (Chalid dkk, 2005:41). Indonesia memiliki banyak sekali tumbuhan yang berpotensi sebagai herbal alami, salah satunya adalah bunga matahari yang memiliki kemampuan dalam menyembuhkan luka. Bunga matahari (*Helianthus annuus*) merupakan tumbuhan semusim dari suku kenikir-kenikiran (*Asteracea*) yang populer, baik sebagai tanaman hias maupun tanaman penghasil minyak. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap kecepatan api *premixed* minyak bunga matahari. Magnet yang digunakan dalam penelitian ini adalah magnet silinder dengan beberapa variasi kekuatan sebesar 30,1 mT; 10,4 mT; 29,8 mT. Medan magnet dapat mempengaruhi struktur api yang dapat merubah sudut api dan mempengaruhi kecepatan api.

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yaitu dengan melakukan pengujian secara langsung pada obyek yang diteliti untuk memperoleh data sebab akibat melalui proses eksperimen. Penelitian ini dilakukan dengan memanaskan minyak bunga matahari hingga menjadi uap. Uap tersebut disalurkan ke tabung *mixer* yang nantinya akan dicampur dengan debit udara yang divariasikan.

Dari hasil penelitian didapat bahwa semakin besar medan magnet pada *equivalence ratio* yang sama menyebabkan kecenderungan sudut api semakin besar dan kecepatan api semakin besar. Medan magnet juga menarik oksigen ( $O_2$ ) karena oksigen ( $O_2$ ) bersifat paramagnetik dan pada campuran miskin bahan bakar, sudut api akan semakin kecil dan kecepatan api juga menjadi kecil. Dalam penelitian ini peak yang dihasilkan pada grafik tidak ada pada angka *equivalence ratio* 1 atau stoikiometri melainkan didapatkan pada *equivalence ratio* 1,3 hal ini disebabkan karena minyak bunga matahari yang terdapat ikatan ganda dalam ikatan rantai hidrokarbonnya sehingga tidak membutuhkan banyak untuk terbakar hal yang sama juga terjadi pada penelitian yang dilakukan Katre, V & Bhele, S. K (2013) dalam penelitiannya yang mencampurkan hydrogen dan udara yang juga mendapatkan peak pada grafik tidak pada *equivalence ratio* 1 tetapi pada *equivalence ratio* 1,8.

Kata Kunci: Medan Magnet, Api *Premixed*, Kecepatan Api

## SUMMARY

**I Putu Dian Parmana.**, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, November 2014, *Effect of Magnetic Field Gradient of Speed Fire Premixed Sunflower Oil*, Academic Supervisor: Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M. Eng., Ph.D., Dr.Eng and Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.

Combustion is an oxidation process that produces fuel heat release at high temperature and exhaust gas. In the combustion system, there are 3 very important requirements that the fuel (fuel), air (water), and the heat energy or energy of activation. Laminar burning velocity is an important parameter of the mixture is burned as they contain basic information reactivity, diffusivity, and exothermicity. The addition of a magnetic field is an alternative to improve combustion efficiency. The addition of a magnetic field on fuel capable of providing increased polarity and viscosity reduction without changing the composition of the molecular structure of the fuel. (Chalid et al, 2005: 41. Indonesia has a lot of potential as a herbal plant natural, one of which is a sunflower that has the ability to heal wounds. Sunflower (*Helianthus annuus*) is an annual plant of the tribe-kenikiran marigolds (*Asteracea*) popular, both as an ornamental plant and oil crops. The research was conducted to determine the influence of magnetic field on the rate of sunflower oil premixed flames. Magnets are used in this study is a magnetic cylinder with some variation of the strength of 30.1 mT; 10.4 mT; 29.8 mT. The magnetic field can affect the structure of a fire that can change the angle of fire and affect the speed of the fire.

This research method using real experimental research methods (true experimental research) that is by testing directly on the object under study to obtain data on cause and effect through the experimental process. This research was carried out by heating the sunflower oil to be steam. Steam is supplied to the mixer tube that will be mixed with air discharge varied.

The result is that the larger magnetic field at the same equivalence ratio causes greater inclination angle of fire and flame speed increases. The magnetic field also attracts oxygen ( $O_2$ ) for oxygen ( $O_2$ ) is paramagnetic and the poor fuel mixture, the angle will be smaller fire and flame speed also becomes small. In this study the resulting peak in the graph does not exist on the number 1 or stoichiometric equivalence ratio but obtained at equivalence ratio of 1.3 and this is because sunflower oil contained double bonds in the hydrocarbon chains that do not need to burn a lot of the same thing also occurred in studies conducted Katre, V & Bhele, S. K (2013) in his research that combine hydrogen and air are also getting peak on the graph is not at equivalence ratio 1 but the equivalence ratio of 1.8.

Key words: Magnetic Field, Premixed Flame, Fire Speed

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu dan perkembangan teknologi yang terus meningkat, menuntut agar industri menghasilkan produk-produk yang mempunyai kualitas yang baik dengan efisiensi yang tinggi. Dalam bidang pembakaran, industri dituntut untuk menghasilkan produk dengan desain baru serta meningkatkan efisiensi dan juga mengurangi dampak pada lingkungan. Kontrol proses pembakaran adalah topik yang mengedepankan tentang efisiensi energi, peningkatan nilai ekonomis, dan peningkatan ekologi. Dari beberapa metode pengontrolan pembakaran, pemakaian medan magnet adalah salah satu yang cukup menjanjikan. Dari interaksi medan magnet dengan pembakaran maka ada 3 mekanisme yang dapat diidentifikasi : 1) Gaya lorentz yang bekerja pada partikel bermuatan, 2) efek langsung dari medan magnet terhadap reaksi kimia, dan 3) efek tidak langsung gradien magnet terhadap oksigen (Khaldi, 2005).

Pengaruh dari gaya lorentz pada pembakaran berdasarkan dari prinsip dasar dimana arus membuat konduktor yang diletakkan pada medan magnet mengalami gaya tegak lurus terhadap arah arus dan garis medan magnet. Gaya ini dapat di-induksikan pada semua jenis bahan konduktor listrik baik logam ataupun gas ter-ionisasi (Khaldi, 2005). Borovskoi, et al, menunjukkan peningkatan laju pembakaran hanya pada konfigurasi spesifik dari pembakaran propelan solid di *rocket motors*.

Pembakaran merupakan suatu proses oksidasi bahan bakar yang menghasilkan pelepasan kalor pada temperature tinggi dan gas buang. Pada sistem pembakaran terdapat 3 syarat yang sangat penting yaitu bahan bakar (*fuel*), udara (*air*), dan energy panas atau energy aktivasi. Melalui proses pembakaran dapat mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energy panas yang selanjutnya dapat digunakan langsung maupun dikonversi lagi menjadi bentuk energi lain.

Di dalam proses pembakaran, kestabilan api memegang peranan sangat penting. Api dikatakan stabil apabila stasioner pada posisi tertentu, hal ini terjadi apabila kecepatan gas reaktan sama dengan kecepatan api perambat.

Kecepatan pembakaran laminer merupakan parameter penting dari campuran yang terbakar karena berisi informasi mendasar reaktivitas, difusivitas, dan *exothermicity*. Ini adalah pengetahuan yang akurat yang sangat penting untuk mendesain mesin, pemodelan pembakaran tubulen, dan validasi mekanisme kinetic kimia. Selain itu, penentuan kecepatan pembakaran sangat penting untuk perhitungan yang digunakan dalam perlindungan dari ledakan dan ventilasi tangki bahan bakar. Kecepatan pembakaran laminer didefinisikan sebagai volume gas yang tidak terbakar dikonsumsi per satuan waktu dibagi dengan volume gas yang dikonsumsi. Aliran laminer didefinisikan sebagai aliran yang lancar dan lurus mengikuti alurnya (Katrel dan Bhele, 2013).

Salah satu perkembangan teknologi dalam sistem pembakaran terkini adalah *premix burners*. *Premix burners* telah diaplikasikan pada peralatan dengan fluida gas. Utamanya untuk merespon regulasi emisi gas hasil pembakaran. Emisi dari nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ) pada kondisi tertentu dapat dikurangi ketika sistem pembakaran konvensional digantikan oleh sistem *premix*. Selain itu efisiensi peralatan memungkinkan untuk ditingkatkan karena *premix burners* mampu beroperasi pada udara berlebih yang lebih sedikit daripada sistem pembakaran konvensional.

Magnet seringkali digunakan sebagai penghemat bahan bakar. Banyak penelitian yang menggunakan single magnet sebagai penghemat bahan bakar dan penambahan magnet tersebut dapat menaikkan temperatur api pada burner. (Kevin Galag, 2009)

Penambahan medan magnet merupakan alternatif dalam meningkatkan efisiensi pembakaran. Penambahan medan magnet pada bahan bakar mampu memberikan peningkatan kepolaran dan penurunan viskositas tanpa merubah komposisi dari struktur molekul bahan bakar. (Chalid dkk, 2005:41)

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. (Swaminathan, 2005)

Indonesia memiliki banyak sekali tumbuhan yang berpotensi sebagai herbal alami, salah satunya adalah bunga matahari yang memiliki kemampuan dalam menyembuhkan luka. Bunga matahari (*Helianthus annuus*) merupakan tumbuhan semusim dari suku kenikir-kenikiran (*Asteracea*) yang populer, baik sebagai tanaman hias maupun tanaman penghasil minyak.

Bunga Matahari ialah salah satu tanaman minyak yang paling penting karena mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi, rendah kolesterol dan manfaat minyak dari kualitas yang diinginkan (Razi, H. and M.T. Asad, 1998). Minyak biji bunga matahari memiliki kualitas yang hampir setara dengan minyak zaitun, sehingga sering digunakan sebagai minyak sayur bumbu salad, juga sebagai bahan baku industri kosmetik dan pelumas. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), ribuan ton biji bunga matahari harus diimpor setiap tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Tingginya permintaan akan bunga matahari didalam negeri merupakan peluang untuk mengembangkan bunga matahari di Indonesia.

Berdasarkan latar belakang tersebut menunjukkan bahwa medan magnet memberikan pengaruh pada kecepatan api pembakaran, maka dalam studi eksperimen ini akan diteliti lebih lanjut tentang pengaruh medan magnet terhadap kecepatan api *premixed* minyak bunga matahari.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

Bagaimanakah pengaruh gradien medan magnet terhadap laju pembakaran *premix* udara dan uap minyak bunga matahari ?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini tidak terlalu meluas maka dalam penelitian ini perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

- Kondisi lingkungan selama penelitian dijaga pada suhu ruangan.
- Bahan bakar yang digunakan adalah minyak bunga matahari.
- Jenis pembakaran yang digunakan adalah pembakaran *premixed*.

- *Burner* yang digunakan adalah *circular tube premix burner*.
- Magnet yang digunakan adalah magnet silinder sejumlah 2 buah.
- Massa alir gas elpiji untuk pembakaran kompor dijaga konstan pada 0,4 liter /menit.
- Data yang diambil adalah sudut yang dihasilkan api *premixed* pada *circular tube burner*.
- Komposisi asam lemak minyak bunga matahari didapat dari pengujian Laboratorium Penelitian Jurusan Farmasi Universitas Airlangga.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh gradien medan magnet terhadap kecepatan api *premixed* minyak bunga matahari.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Media untuk mengaplikasikan teori yang telah diperoleh selama perkuliahan, khususnya teknologi pembakaran.
2. Untuk menambah pengetahuan tentang pengaruh medan magnet terhadap pembakaran.
3. Mahasiswa dapat mengetahui pengaruh medan magnet terhadap kecepatan api *premixed* minyak bunga matahari.
4. Sebagai dasar maupun literatur untuk penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian sebelumnya

Berdasarkan penelitian oleh Sdr. I Nyoman Sutarna 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.

Gilard, et al, (2009) meneliti tentang pengaruh medan magnet terhadap stabilitas api *lifted* difusi. Hasilnya dari penelitian ini adalah tinggi *lift-off* api difusi menurun akibat dari adanya gradien magnetik. Efek tersebut dihasilkan dari kekuatan magnet yang muncul di udara dan mempengaruhi oksigen secara paramagnetik.

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.

Barmina, et al, (2010) meneliti tentang efek medan magnet terhadap karakteristik api berputar. Medan magnet divariasikan terhadap api yang berputar. Hasil dari penelitian ini adalah medan magnet dapat mengganggu kecepatan tangensial dan aksial, serta komposisi profil api, selain itu menyebabkan terjadinya pembakaran diluar zona reaksi yang disebut ekspansi radial.

## 2.2 Minyak Bunga Matahari

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) adalah tumbuhan semusim dari suku kenikir-kenikiran (*Asteraceae*) yang populer, baik sebagai tanaman hias maupun tanaman penghasil minyak. Bunga tumbuhan ini sangat khas yaitu besar, biasanya berwarna kuning terang, dengan kepala bunga yang besar (diameter bisa mencapai 30cm). Bunga ini sebetulnya adalah bunga majemuk, tersusun dari ratusan hingga ribuan bunga kecil pada satu bongkol. Bunga matahari juga memiliki perilaku khas, yaitu bunganya selalu menghadap ke arah matahari atau heliotropisme. Tumbuhan ini telah dibudidayakan oleh orang-orang Indian Amerika Utara sejak ribuan tahun lalu. Selanjutnya tersebar ke Amerika Selatan dan menjadi salah satu sumber pangan bagi warga Inka. Setelah penaklukan oleh orang Eropa, bunga matahari diperkenalkan ke Eropa dan berbagai penjuru dunia lainnya pada abad ke-16. Semenjak abad ke-17 bijinya digunakan dalam campuran roti atau diolah sebagai pengganti kopi serta cokelat. Penggunaannya sebagai sumber minyak mulai dirintis pada abad ke-19. Ada empat kelompok budidaya bagi bunga matahari yang dibedakan berdasarkan kegunaannya. :

- Kelompok penghasil minyak, dimanfaatkan minyak bijinya. Biji kelompok ini memiliki cangkang biji yang tipis. Kandungan minyaknya berkisar 48% hingga 52%. Untuk menghasilkan satu liter minyak diperlukan biji dari kira-kira 60 tandan bunga majemuk.
- Kelompok pakan ternak, dipanen daunnya sebagai pakan atau pupuk hijau.
- Kelompok tanaman hias, yang memiliki warna kelopak yang bervariasi dan memiliki banyak cabang berbunga.
- Kelompok kuaci, untuk dipanen bijinya sebagai bahan pangan.

Indonesia memiliki banyak sekali tumbuhan yang berpotensi sebagai herbal alami, salah satunya adalah bunga matahari yang memiliki kemampuan dalam menyembuhkan luka. Bunga matahari (*Helianthus annuus*) merupakan tumbuhan semusim dari suku kenikir-kenikiran (*Asteracea*) yang populer, baik sebagai tanaman hias maupun tanaman penghasil minyak.

Bunga matahari ialah salah satu tanaman minyak yang paling penting karena mengandung asam lemak tak jenuh paling tinggi, rendah kolesterol dan manfaat minyak dari kualitas yang diinginkan (Razi, H. and M.T. Asad, 1998).

Minyak biji bunga matahari memiliki kualitas yang hampir setara dengan minyak zaitun, sehingga sering digunakan sebagai minyak sayur bumbu salad, juga sebagai bahan baku industri kosmetik dan pelumas.

Pembuatan minyak biji bunga matahari dilakukan dengan cara maserasi (pelunakan dalam cairan) biji bunga matahari digiling kasar dengan blender sebelum proses pembuatan minyak, biji bunga matahari di oven selama 3 hari kemudian dibuat serbuk diletakkan dalam toples direndam dengan pelarut heksan selama 1-3 hari selanjutnya disaring dan diletakkan di atas wadah dengan bagian yang berlubang-lubang sedangkan air di lapisan bawah. Uap dialirkan melalui pendingin dan sulingan ditampung, minyak yang diperoleh masih dalam bentuk ekstrak minyak (Midian, 1985).

Di Asia tanaman ini banyak ditanam di China, India, Turki sedangkan di Indonesia tanaman Bunga Matahari pada umumnya merupakan tanaman hias, bahkan juga sebagai tanaman liar yang banyak terdapat di Pulau Jawa dan di daerah lain. Tanaman ini termasuk family corporitas, yang mudah tumbuh didaerah iklim tropis dan daerah iklim sedang. Kadar minyak dari biji bunga matahari sebesar 48 - 52%. Minyak biji Bunga Matahari berdasarkan kandungan Asam lemak tak jenuh mengandung 88%, kandungan asam linoleatnya (44-72%) paling besar dibandingkan asam lemaknya. Bunga Matahari sementara ini dibudidayakan di daerah Jawa Timur di kawasan Sengkaling, Malang ataupun di daerah Blitar. Produksi biji bunga matahari di daerah Blitar cukup tinggi, yakni 3 ton biji/hektar.

Tabel 2.1 Karakteristik minyak bunga matahari

Karakteristik	Nilai
Bilangan Iodin (Wijs)	122-131
Bilangan Penyabunan	189-195
Viskositas (Sayboldt-Universal, 38°C)	165-175 detik
Indeks Bias (-3 °C)	1,47-1,474
Berat Jenis (16 °C)	0,922-0,928
Titik Lebur	-10 °C
Titik Pengasapan	230 °C
Titik Nyala	335 °C
Titik Api	370 °C
Titik Kabut	-12 °C

Sumber : id.wikipedia.org

Tabel 2.2 jenis dan komposisi asam lemak pada minyak bunga matahari

Asam lemak	Rumus kimia	Mr	Massa (mg)	Mol
Asam Palmitat	$C_{16}H_{32}O_2$	256	1.2025	0.004697266
Asam Linoleat	$C_{18}H_{32}O_2$	268	5.3313	0.01989291
Asam Oleat	$C_{18}H_{34}O_2$	282	2.6153	0.009274113
Asam stearat	$C_{18}H_{36}O_2$	284	0.6119	0.002154577
Asam 11-Ekosenoat	$C_{20}H_{38}O_2$	312	0.0297	0.00009519
Asam Arachidat	$C_{20}H_{40}O_2$	310	0.0454	0.000146452
Asam Dokosanoat	$C_{22}H_{44}O_2$	340	0.1212	0.000356471
Asam Lignoseroat	$C_{24}H_{48}O_2$	368	0.04	0.000108696

Massa Total = 10 mg

Sumber: Laboratorium Penelitian Jurusan Farmasi UNAIR

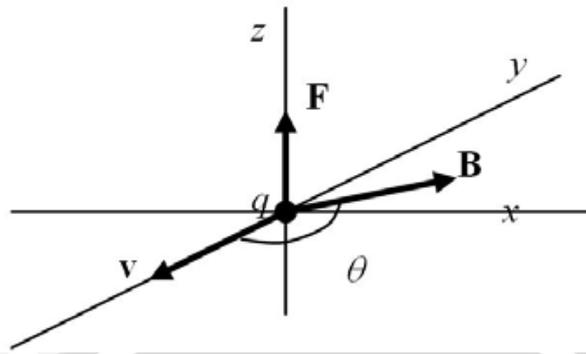
Minyak Bunga Matahari memiliki ikatan ganda pada rantai hidrokarbon asam lemaknya antara lain 2 kali ikatan ganda pada Asam Linoleat dan 1 kali ikatan ganda pada Asam Oleat. Dengan panjangnya rantai ikatan hidrokarbon dan adanya ikatan ganda menyebabkan Minyak Bunga Matahari lebih spontan untuk terbakar.

### 2.3 Definisi medan magnet

Ilmu pengetahuan magnetis berawal dari penemuan batu-batuan tertentu yang mampu menarik potongan besi yang kecil-kecil. Kata magnet (magnet) berasal dari bahasa Yunani *magnítis líthos* yang berarti batu Magnesian. Magnesia adalah nama sebuah wilayah di Yunani pada masa lalu yang kini bernama Manisa (sekarang berada di wilayah Turki) di mana terkandung batu magnet yang ditemukan sejak zaman dulu di wilayah tersebut. Pada tahun 1820 Oersted menemukan bahwa arus di dalam sebuah kawat juga mampu menghasilkan efek magnetic, Diana arus tersebut mampu mengubah arah (orientasi) dari sebuah jarum kompas.

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 yang berpusat pada penghantar tersebut. Kuat medan magnet makin melemah jika jarak dari sumber semakin jauh. Medan magnet tidak dapat dihalangi oleh benda-benda yang tidak permeable seperti tubuh manusia, bangunan, tanah dan pepohonan.

Untuk lebih jelasnya sebuah muatan  $q_0$  sebagai benda uji kita letakkan pada titik pusat dalam keadaan diam pada sebuah magnet permanen. Maka tidak akan mendapatkan sebuah gaya. Tetapi apabila sebuah muatan  $q_0$  kita tembakkan dari titik diamnya dengan kecepatan  $v$  maka akan timbul sebuah gaya (*slideway force*)  $F$  yang bekerja pada benda uji tersebut. Maka akan timbul sebuah medan magnet  $B$  pada titik diam dimana  $B$  adalah vektor yang memenuhi hubungan antara  $q_0$ ,  $V$  dan  $F$  seperti ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Penggambaran Gaya yang dihasilkan Medan Magnet

Sumber : Halliday (1984)

#### 2.4 Pembakaran

Pembakaran adalah proses lepasnya ikatan kimia lemah bahan bakar akibat pemberian energy tertentu dari luar menjadi atom yang bermuatan 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 energy dari luar (energy aktivasi) disertai dengan timbulnya cahaya (flame) dan menghasilkan kalor (Turns, 1996:12).

Berdasarkan pada proses pencampuran bahan bakar dan oksigen, pembakaran dibedakan menjadi dua jenis :

1. Pembakaran difusi adalah proses pembakaran dimana bahan bakar dan udara sebagai pengoksidasi 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 dan bahan bakar mempengaruhi kualitas dari pembakaran pada pembakaran *premixed*.

## 2.5 Injeksi Uap

Uap adalah gas yang terbentuk dari cairan yang dipanaskan. Kemampuan menguap suatu cairan berhubungan dengan titik didihnya, semakin tinggi titik didihnya maka semakin rendah kemampuan menguapnya. Pembakaran dalam bentuk gas memiliki beberapa manfaat yaitu bahan bakar mampu terbakar tanpa adanya jelaga dan asap.

Menurut Takeguchi (2006:104), gas memiliki beberapa sifat antara lain:

1. Gas bersifat transparan
2. Gas dalam suatu ruangan akan memberikan tekanan ke dinding.
3. Gas terdistribusi merata dalam ruangan apapun bentuk ruangnya.
4. Gas berdifusi ke segala arah tidak peduli ada atau tidak tekanan dari luar.
5. Bila dipanaskan gas akan mengembang, bila didinginkan akan mengerut.
6. Bila ada dua gas atau lebih tercampur, maka gas-gas tersebut akan terdistribusi merata.
7. Gas dapat ditekan dengan tekanan luar. Bila tekanan luar dikurangi maka gas akan mengembang.
8. Volume sejumlah gas sama dengan wadahnya. Bila gas tidak diwadahi maka volume gas akan tak terhingga besarnya dan tekanannya akan menjadi tak terhingga kecilnya.

## 2.6 Rasio udara dan Bahan Bakar

Udara dan bahan bakar adalah parameter yang mempunyai peranan penting dalam pembakaran. Rasio udara dan bahan bakar (*air to fuel ratio*, atau sering disingkat AFR) mempunyai persamaan berikut dimana  $N$  = jumlah mol dan  $M$  = massa molekul.

$$AFR = \left( \frac{N \text{ udara}}{N \text{ bahan bakar}} \right) \text{ stoic} \quad (\text{Turns, 1996:19})$$

$$AFR = \left( \frac{M \text{ udara}}{M \text{ bahan bakar}} \right) \text{ stoic} \quad (\text{Wardana, 2008:58})$$

Menggunakan massa molar langsung adalah cara lain dalam menentukan perbandingan udara dan bahan bakar. Menurut Avogadro, setiap satuan gram zat apa saja memiliki  $6,022 \times 10^{23}$  sma (satuan massa atom), dimana  $6,022 \times 10^{23}$  merupakan bilangan Avogadro. Avogadro menerangkan bahwa volume gas yang

sama mempunyai jumlah molekul yang sama dengan massa molekul atau massa atom zat tersebut yang dinyatakan dalam gram atau kilogram.

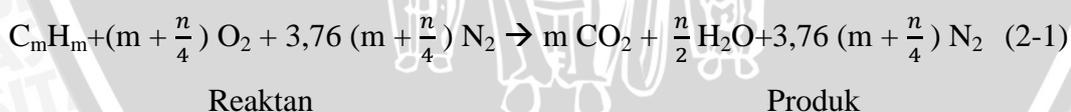
C, H, O<sub>2</sub>, dan N<sub>2</sub> adalah atom-atom yang terlibat dalam reaksi pembakaran antara bahan bakar dan udara pada umumnya maka massa molarnya bisa diketahui dari tabel 2.1 Berikut:

Tabel 2.3 Massa Molar Unsur

Atom Molekul	Massa Molekul	Massa Molar
C	12,01 sma	12,01 g
H	1,01 sma	1,01 g
O <sub>2</sub>	32 sma	32 g
N <sub>2</sub>	28,02 sma	28,02 g

Sumber : Wardana (2008:59)

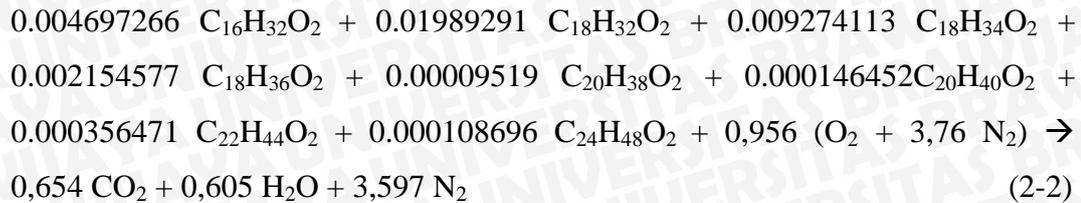
Untuk memudahkan perhitungan dalam reaksi pembakaran, maka untuk O<sub>2</sub> dapat diasumsikan terdiri dari 21% dan 79% untuk N<sub>2</sub> (fraksi mol atau volume). Oleh karena itu, pada reaksi pembakaran dengan udara, pengguna 1 mol O<sub>2</sub> akan melibatkan penggunaan  $\left(\frac{79,0}{21,0}\right) = 3,76$  mol N<sub>2</sub>. Untuk dapat mencapai pembakaran yang sempurna semua atom C diharapkan dapat terbakar menjadi CO<sub>2</sub> dan semua atom H<sub>2</sub> dapat terbakar menjadi H<sub>2</sub>O. Reaksi pembakaran sempurna antara bahan bakar (C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>) secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :



Persamaan diatas menggunakan jumlah udara yang sesuai atau biasa disebut udara stoikiometri. Akan tetapi, dalam kondisi sebenarnya pembakaran sempurna hampir tidak dapat terjadi. Hal ini dikarenakan pembakaran berlangsung secara kompleks, tidak hanya bergantung pada model ruang bakarnya tetapi juga tergantung pada kondisi bahan bakar, udara, bahkan temperatur pembakarannya.

Tabel 2.3 persamaan reaksi pembakaran stoikiometri dari 10 mg minyak bunga matahari dengan udara didapat:





Pada pembakaran stoikiometri minyak bunga matahari pada persamaan (2-2) dan tabel 2.3 didapatkan,

- Massa udara =  $0,956 (\text{Mr O}_2 + 3,76 \text{ Mr N}_2)$   
 $= 0,956 (16 \times 2 + 3,76 \times 14 \times 2)$   
 $= 131 \text{ mg}$
- Massa bahan bakar =  $10 \text{ mg}$

$$(\text{AFR}) = \left( \frac{\text{Mudara}}{\text{Mbahan bakar}} \right) = \frac{131 \text{ mg udara}}{10 \text{ mg bahan bakar}} = 13,1 \frac{\text{mg udara}}{\text{mg bahan bakar}}$$

## 2.7 Equivalence ratio

*Equivalence ratio* ( $\phi$ ) merupakan perbandingan antara ratio udara-bahan bakar (AFR) stoikiometrik dengan rasio udara-bahan bakar (AFR) aktual sebagai berikut:

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

- $\phi > 1$  terdapat kelebihan bahan bakar dan campurannya disebut sebagai campuran kaya bahan bakar (*rich-fuel mixture*)
- $\phi < 1$  campurannya disebut sebagai campuran miskin bahan bakar (*lean-fuel mixture*)
- $\phi = 1$  merupakan campuran stoikiometri

Untuk mengetahui berapa besar *equivalence ratio* ( $\phi$ ) perlu adanya perhitungan AFR aktual yang bisa dihitung menggunakan rumus:

$$\text{AFR}_{\text{Aktual}} = \frac{Q_{\text{udara}} \times \rho_{\text{udara}}}{\dot{m}_{\text{bb}}}$$

Dengan:

- $Q_{\text{udara}}$  = Debit aliran Udara
- $\rho_{\text{udara}}$  = massa jenis udara
- $\dot{m}_{\text{bb}}$  = massa alir bahan bakar

Debit aliran udara dalam penelitian ini divariasikan: - 2; 2,5; 3; 3,5; 4 L/menit dari debit aliran udara ini  $AFR_{Aktual}$  dapat dihitung dengan ketentuan yang didapatkan dari pra penelitian sebagai berikut:

$$Q_{udara} = 2; 2,5; 3; 3,5; 4 \text{ L/menit}$$

$$\rho_{udara} = 1,21 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{bb} = 0,000306 \text{ kg/menit}$$

$$AFR_{Aktual} = \frac{2 \text{ L/menit} \times 1,21 \text{ kg/m}^3 \times 0,001}{0,000306 \text{ kg/menit}}$$

$$= \frac{0,00242}{0,000306}$$

$$= 7,908$$

Dari perhitungan  $AFR_{Aktual}$  diatas maka *equivalence ratio* ( $\phi$ ) dapat ditentukan dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$AFR_{Aktual} = 7,9$$

$$AFR_{stoikiometri} = 13,1$$

$$\phi = \frac{AFR_{Stoikiometri}}{AFR_{aktual}}$$

$$= \frac{13,1}{7,9}$$

$$= 1,6582$$

Tabel 2.4 Hasil Perhitungan *Equivalence ratio* ( $\phi$ )

massa jenis udara ( $\rho$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	massa alir bahan bakar ( $\dot{m}$ ) (kg/menit)	Debit Udara (L/min)	AFR Stoikiometri	AFR Aktual	Equivalence Ratio ( $\phi$ )
12,1	0,000306	2	13.1	7.9	1.65822785
		2.5	13.1	9.8	1.33673469
		3	13.1	11.7	1.11965812
		3.5	13.1	13.8	0.94927536
		4	13.1	15.8	0.82911392

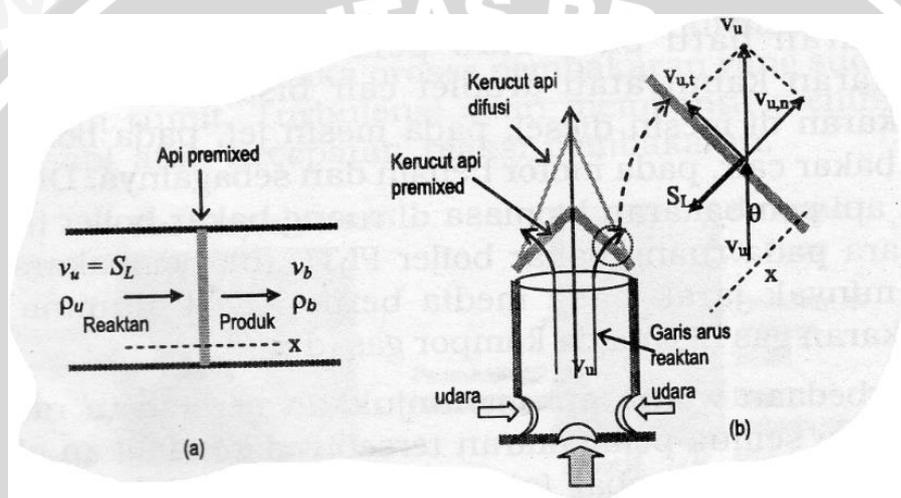
## 2.8 Pembakaran *Premixed Laminer*

Api pembakaran premixed adalah proses pembakaran dimana bahan bakar dan udara (oksigen) dicampur terlebih dahulu secara mekanik, lalu dibakar (Wardana, 2008:152). Pengapian diperlukan untuk memberikan sejumlah energi yang sesuai, sehingga dapat menilai suatu proses pembakaran. Selanjutnya akan terjadi penjaralan (*propagation*) ke campuran, sebagai suatu nyala (*deflagration*) Beberapa aplikasi dari api premixed adalah api pada las karbit, motor bensin, dan pembakaran roket.

Dalam struktur nyala api premixed laminar, profil dan konsentrasi temperatur dapat dibagi ke dalam tiga zona, yaitu :

- i. zona *pre-heat* dimana temperatur gas yang tidak terbakar meningkat sampai suatu nilai yang berubah-ubah, dan sedikit panas yang dilepaskan.
  - ii. zona reaksi, dimana pembakaran berlangsung, sebagian besar energi kimia dilepaskan.
  - iii. zona *post-flame*, ditunjukkan dengan temperatur yang tinggi dan pengkombinasian ulanh yang radikal, menuju suatu keseimbangan setempat.
- (Furjiyanto, 2008)

Bentuk api premixed laminar yang paling khas adalah api bunsen dan api premixed yang merambat di dalam tabung pembakar.



Gambar 2.2 Struktur Api Premixed (a) di dalam tabung pembakar (b) pada Nosel Bunsen

Sumber : Wardana, 2008:152

Vektor kecepatan rambatan api premixed  $S_L$  di dalam tabung (gambar 2.2) sejajar dengan vektor kecepatan yang lainnya yakni vektor kecepatan reaktan  $V_u$  dan vektor kecepatan produk  $V_b$ . Pada api premixed bunsen, garis arus reaktan membelok di dekat api akibat perubahan densitas gas dan mengalir ke luar tegak lurus dengan permukaan api. Densitas gas reaktan menurun sekitar 10 kali akibat kenaikan suhu api yang mencapai sekitar 3000 K. Karena sifat fluida yang cenderung mengalir ke kerapatan yang lebih rendah maka gas berbelok menuju api secara tegak lurus. Dengan demikian maka penguraian komponen vektor kecepatan gas reaktan  $V_u$  pada api adalah seperti nampak pada gambar 2. (b)

Untuk api stasioner pada api bunsen, kecepatan api sama dengan komponen normal kecepatan gas reaktan pada tiap lokasi, dengan demikian

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

$S_L$  = kecepatan api premixed

$V_u$  = kecepatan reaktan

$\theta$  = sudut antara api dengan sumbu nosel

Kecepatan reaktan bisa dihitung dengan rumus :

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

$\dot{m}$  = massa alir reaktan

$\rho_u$  = densitas reaktan

$A$  = luas penampang lintang nosel

Cara lain untuk menghitung kecepatan pembakaran pada api premixed laminer adalah dengan melakukan eksperimen pada tabung pembakaran dengan menggunakan hukum kekekalan massa. Dari hukum kekekalan massa diketahui bahwa massa alir reaktan sama dengan massa alir produk yang besarnya tetap

$$\dot{m}_u = \dot{m}_b = \text{tetap}$$

$$\rho_u A V_u = \rho_b A V_b \quad (\text{Wardana, 2008:154})$$

$\rho_b$  = densitas produk

$V_b$  = kecepatan produk

Karena luas penampang tabung sama sebesar  $A$  maka

$$V_u = V_b (\rho_b / \rho_u) \quad (\text{Wardana, 2008:154})$$

Jika api premixed di dalam tabung stasioner (diam), itu berarti bahwa kecepatan api laminer sama dengan kecepatan reaktan,  $S_L = V_u$ , maka:

$$S_L = V_b (\rho_b / \rho_u) \quad (\text{Wardana, 2008:154})$$

## 2.9 Hipotesis

Semakin besar kekuatan medan magnet yang mempengaruhi nyala api *premixed*, maka kecepatan pembakaran api premixed minyak bunga matahari akan semakin tinggi.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yaitu dengan melakukan pengujian secara langsung pada obyek yang diteliti untuk memperoleh data sebab akibat melalui proses eksperimen. Dari penelitian akan didapatkan data-data yang kemudian di plot dalam suatu diagram sehingga membentuk suatu polakecenderungan tertentu yang nantinya dapat dibandingkan dan diambil kesimpulan.

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2014 sampai selesai. Tempat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laboratorium Mesin Fluida, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

#### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel – variable yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

##### 1. Variabel bebas (*independent variable*)

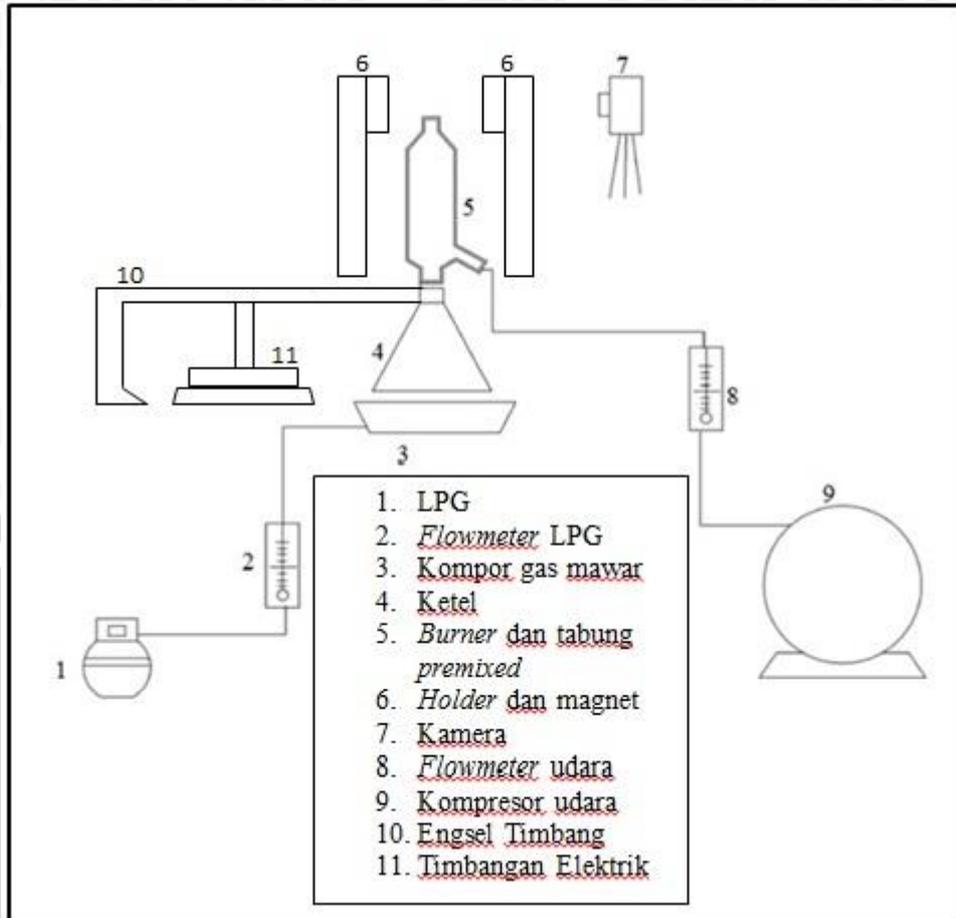
Variable bebas adalah variable yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan ditentukan sebelum penelitian dilakukan. Dalam penelitian ini variable bebasnya adalah kekuatan magnet, dengan variasi kekuatan medan magnet Tanpa medan magnet; 30,1 mT; 10,4 mT; 29,8 mT pada jarak antar magnet 2 cm dan *equivalence ratio* 1,6;1,3;1,1;0,9;0,8.

##### 2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variable yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini adalah kecepatan api.

##### 3. Variabel terkontrol (*controlled variable*)

Variabel terkontrol adalah variabel yang dijaga konstan selama pengujian. Dalam penelitian ini variabel yang dijaga konstan selama pengujian adalah debit minyak bunga matahari yang menguap, dimensi burner, debit LPG dan debit udara.



Gambar 3.1 Skema Instalasi Alat

### 3.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

#### 1. Minyak Bunga Matahari

Digunakan sebagai bahan bakar yang uapnya akan dicampur dengan udara.

#### 2. Ketel Bahan Bakar

Alat ini digunakan sebagai tempat pembentukan uap bahan bakar. Ketel yang digunakan berupa tabung reaksi dengan spesifikasi:

- Merk : Iwaki  
 Volume : 500 ml  
 Suhu maksimal :  $\pm 1000^{\circ}\text{C}$   
 Material : Kaca Pyrex

#### 3. *Flow Meter* Udara

Alat ini digunakan untuk mengukur dan mengatur debit udara dari kompresor, dengan spesifikasi:

Merk	: Zya
Aliran maksimal	: 8 L/min
Aliran minimal	: 0,5 L/min

#### 4. *Flow Meter* LPG

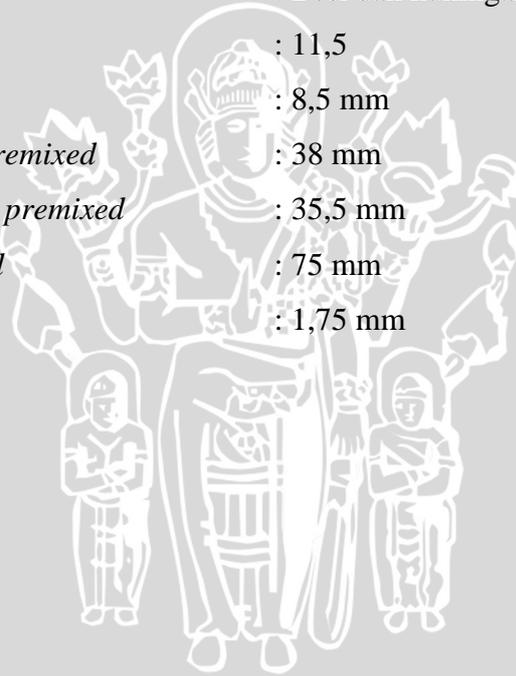
Alat ini digunakan untuk mengukur dan mengatur debit LPG pada kompor mawar, dengan spesifikasi:

Merk	: Zya
Aliran maksimal	: 3 L/min
Aliran minimal	: 0,3 L/min

#### 5. *Burner* dan Tabung *Premixed*

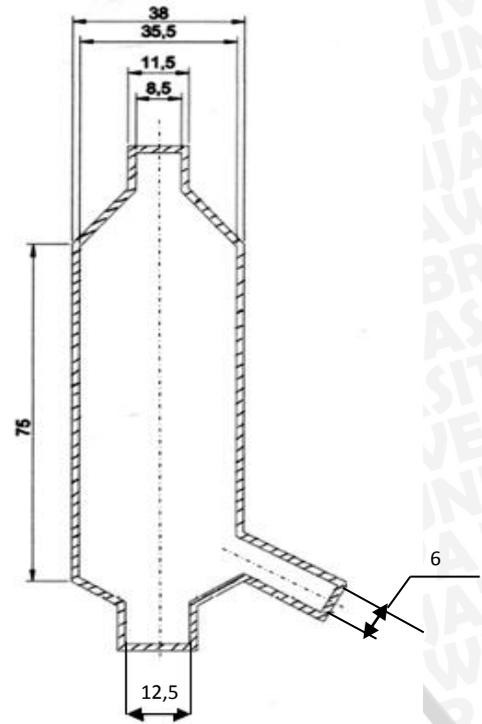
Alat ini digunakan sebagai tempat pencampuran udara dan bahan bakar.

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





(a)



(b)

Gambar 3.2 (a) *Burner dan Tabung Premixed*, (b) dimensi *burner dan tabung premixed*

#### 6. Kompor Gas Mawar

Alat ini digunakan untuk memanaskan minyak bunga matahari.

#### 7. Kompresor Udara

Alat ini digunakan untuk mensuplai udara pada instalasi alat penelitian, dengan spesifikasi:

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. Timbangan Elektrik

Alat ini digunakan untuk mengukur massa minyak bunga matahari dan pada kondisi tertentu untuk dapatkan massa jenis minyak jarak

### 9. Komputer

Alat ini digunakan untuk mengolah gambar api hasil jepretan kamera dan diolah sehingga didapatkan dimensi api (tinggi, lebar, sudut).

### 10. Kamera

Alat ini digunakan untuk mendokumentasikan dan mengambil data penelitian.

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

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

### 12. Engsel Timbang

Alat ini digunakan untuk mengetahui perubahan berat minyak bunga matahari di ketel saat pemanasan berlangsung. Tujuannya adalah untuk mengetahui massa alir dari uap minyak bunga matahari.

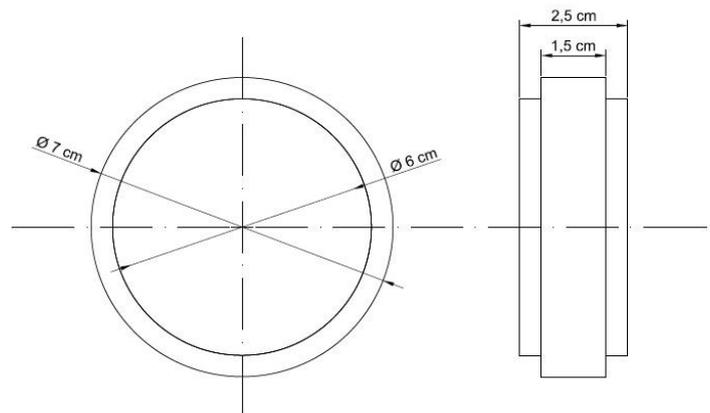
Panjang Lengan : 50 cm

Tinggi : 40 cm

Bahan : Kayu

### 13. Magnet Silinder

Digunakan untuk menghasilkan medan magnet dan juga sebagai variabel bebas dalam penelitian ini.



Gambar 3.3 Magnet Silinder

14. *Holder Magnet*

Digunakan untuk memegang dan menahan magnet saat pengambilan data.

15. Tesla meter

Alat ini digunakan untuk mengukur kekuatan medan magnet

16. suntikan

Digunakan untuk mengambil uap minyak bunga matahari lalu ditimbang.

Tujuannya adalah untuk mengetahui massa jenis dari uap minyak bunga matahari.

### 3.4 Metode Pengambilan Data

Sebelum melakukan pengambilan data, perlu dilakukan pra penelitian untuk mendapatkan data laju penguapan dan massa jenis minyak bunga matahari.

A. Prosedur menentukan massa jenis minyak bunga matahari

1. Siapkan ketel, kompor gas mawar, minyak bunga matahari, *flow meter*, suntikan dan timbangan elektrik.
2. Uapkan minyak sebanyak 100 ml pada ketel menggunakan kompor gas mawar.
3. Timbang berat suntikan dalam keadaan kosong.
4. Ambil uap minyak bunga matahari sebanyak 20 ml.
5. Timbang berat suntikan setelah berisi uap minyak bunga matahari, kemudian dicatat.
6. Hitung selisih berat suntikan setelah berisi uap minyak bunga matahari dan dalam keadaan kosong.

Dari hasil pengujian massa jenis uap minyak bunga matahari didapatkan massa jenis senilai  $0,046 \text{ g}/20 \text{ ml} = 0,0023 \text{ g/ml}$ .

B. Prosedur menentukan massa alir uap minyak bunga matahari

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 3.16

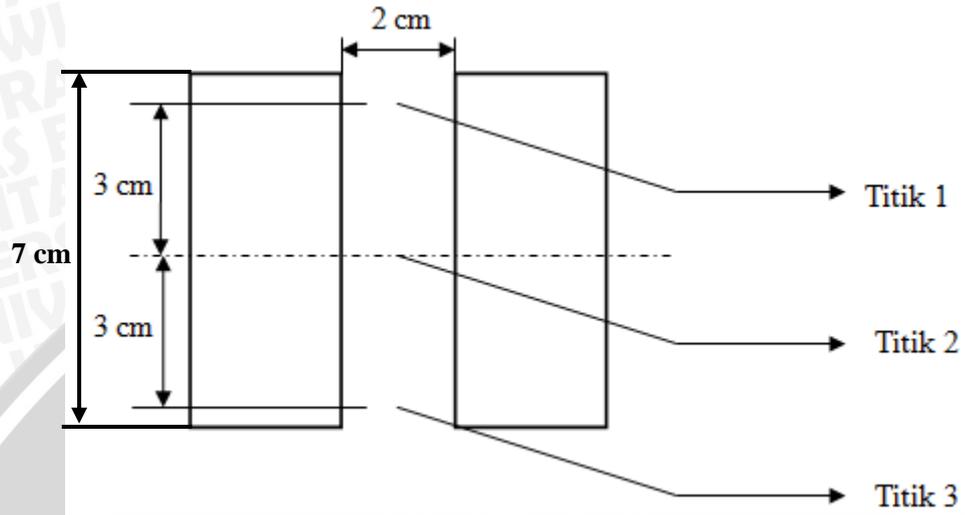
4. Tuangkan minyak bunga matahari sebanyak 150 ml lalu panaskan dengan kompor gas mawar.
5. Atur debit aliran gas LPG menggunakan *flowmeter* gas LPG.
6. Tunggu sampai minyak bunga matahari menguap dengan debit uap yang konstan.
7. Catat berat yang terbaca di timbangan elektrik.
8. Setelah langkah 7 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 jagung dengan cara mengurangi hasil langkah 9 dengan hasil langkah 7.

Dari pra penelitian diketahui bahwa massa alir uap minyak bunga matahari didapat sebesar 0,000306 kg/menit.

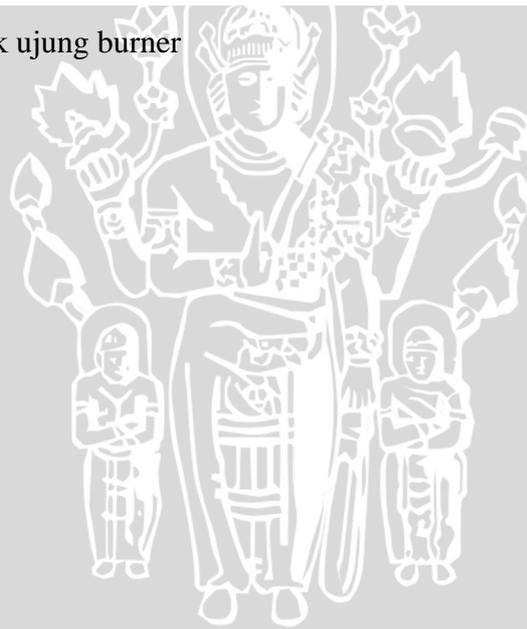
#### C. Prosedur pengambilan data

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 3.17
3. Tuangkan minyak bunga matahari sebanyak 150 ml lalu panaskan dengan kompor gas mawar.
4. Atur debit aliran gas LPG menggunakan *flowmeter* gas LPG.
5. Tunggu sampai minyak bunga matahari 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 2 liter/menit
10. Ambil data gambar menggunakan kamera.
11. Ulangi langkah 9 dan 10 pada :
  - Titik 1, debit aliran udara 2; 2,5; 3; 3,5; 4 liter/menit.

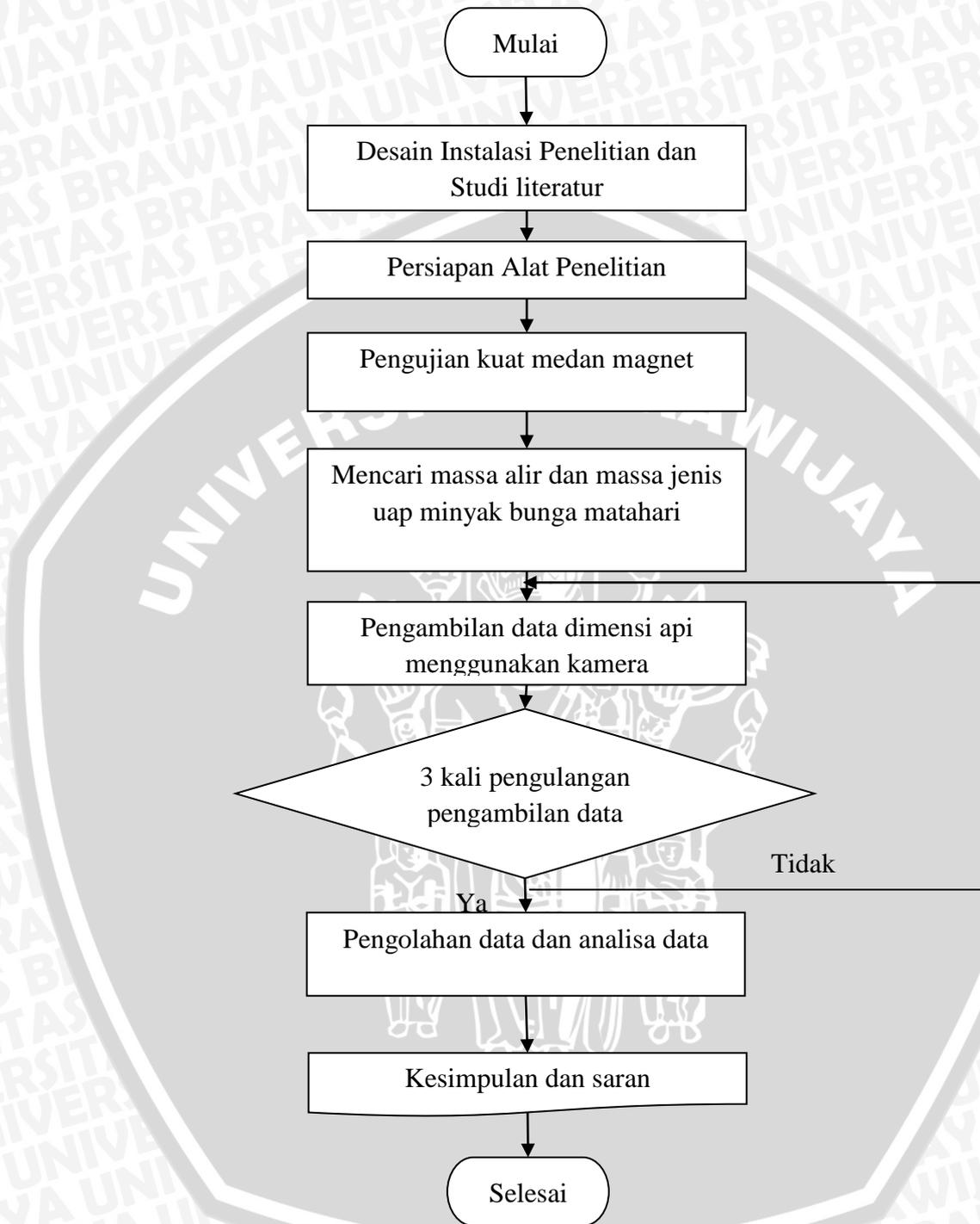
- Titik 2, debit aliran udara 2; 2,5; 3; 3,5; 4 liter/menit.
- Titik 3, debit aliran udara 2; 2,5; 3; 3,5; 4 liter/menit.



Gambar 3.4 skema titik ujung burner



### 3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Dari penelitian variasi medan magnet terhadap kecepatan api *premixed* didapatkan beberapa hasil sebagai berikut :

- Hubungan Equivalence Ratio Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Tanpa Medan Magnet.
- Hubungan Equivalence Ratio Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Pada Titik 1.
- Hubungan Equivalence Ratio Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Pada Titik 2.
- Hubungan Equivalence Ratio Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Pada Titik 3.
- Hubungan Equivalence Ratio Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Pada Berbagai Titik.

### 4.2 Pengolahan Data

#### 4.2.1 Contoh Perhitungan massa alir

Diketahui :

$$\dot{m} = 0,000306 \text{ (kg/min)}$$

$$\rho_{\text{uap}} = 2,3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$Q_{\text{udara}} = 0,002 \text{ (m}^3\text{/min)}$$

$$A = 0,0000785 \text{ (m}^2\text{)}$$

Contoh Perhitungan:

$$V_u = \frac{(\dot{m}/\rho_{\text{uap}}) + Q_{\text{udara}}}{A}$$

$$= \frac{\left(\frac{0,000306 \left(\frac{\text{kg}}{\text{menit}}\right)}{2,3 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}\right) + 0,002 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{menit}}\right)}{0,0000785 \text{ (m}^2\text{)}.60}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,0001330435\left(\frac{\text{m}^3}{\text{menit}}\right) + 0,002\left(\frac{\text{m}^3}{\text{menit}}\right)}{0,0000785(\text{m}^2) \cdot 60} \\
 &= 0,452875 \text{ (m/detik)} \\
 &= 45,2875 \text{ (cm/detik)}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Contoh perhitungan Kecepatan Api

Diketahui :

$$V_u = 45,2875 \text{ (cm/detik)}$$

$$\theta = 10$$

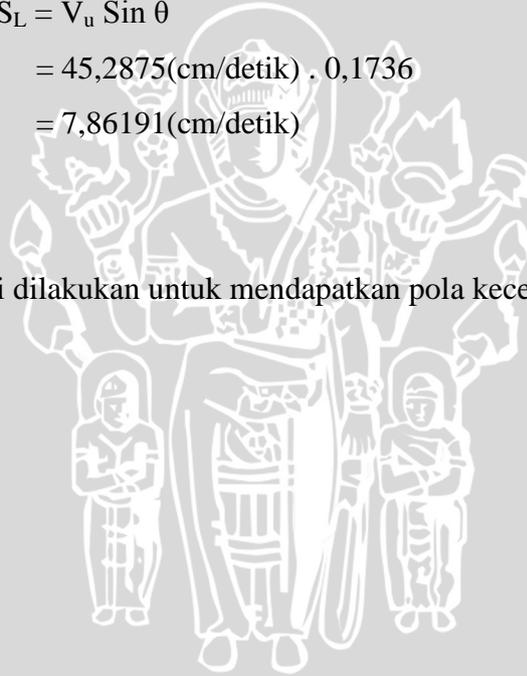
$$\sin \theta = 0,1736$$

Contoh Perhitungan:

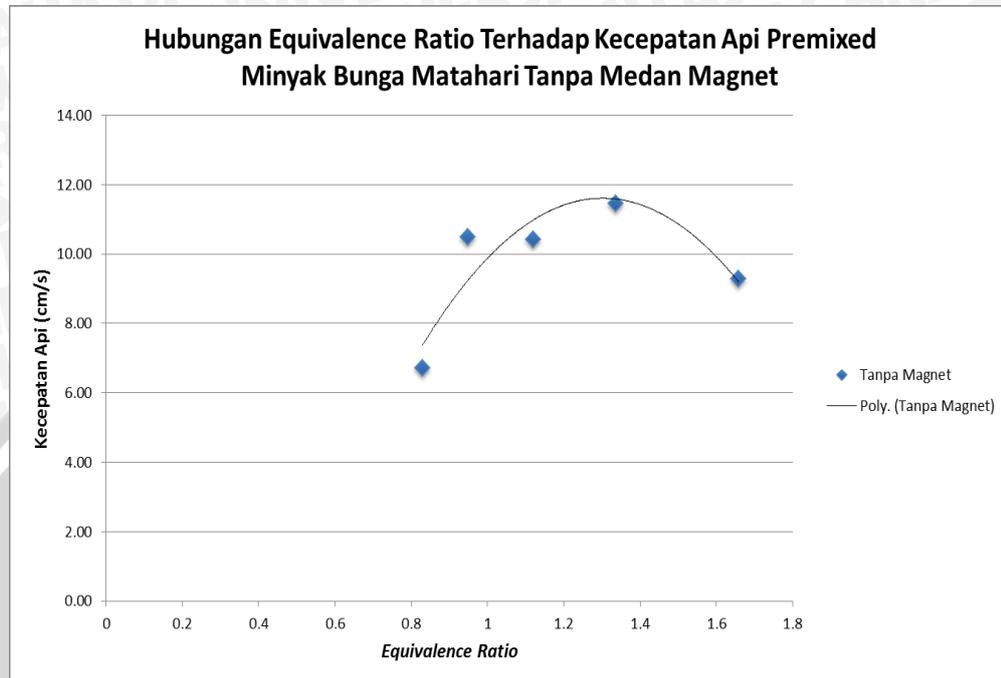
$$\begin{aligned}
 S_L &= V_u \sin \theta \\
 &= 45,2875(\text{cm/detik}) \cdot 0,1736 \\
 &= 7,86191(\text{cm/detik})
 \end{aligned}$$

#### 4.3 Pembahasan

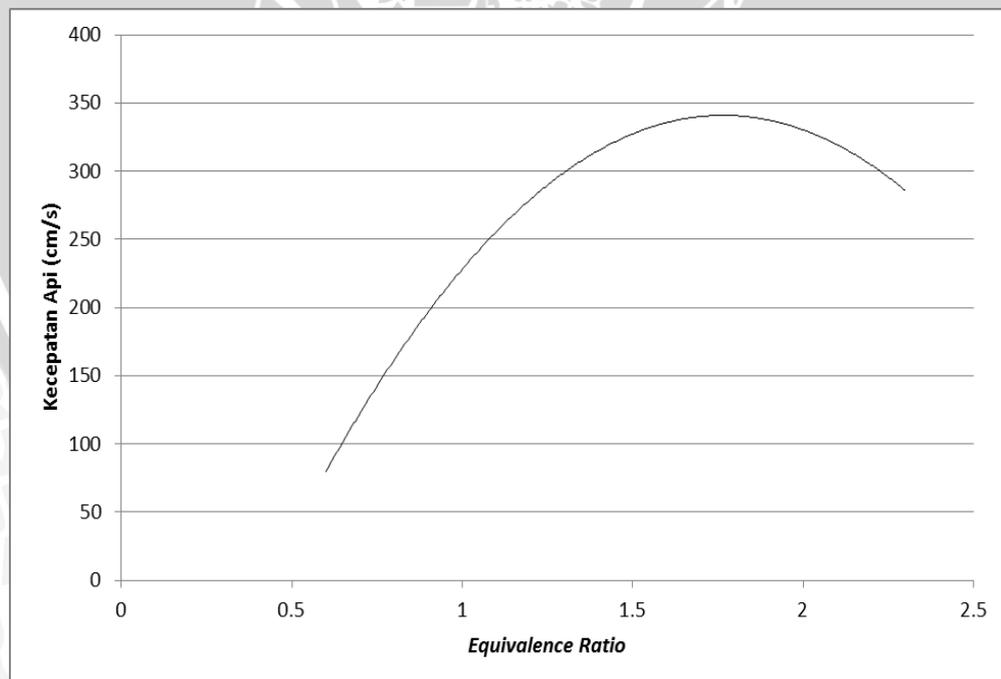
Pembahasan ini dilakukan untuk mendapatkan pola kecenderungan dari data hasil penelitian



### 4.3.1 Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Tanpa Medan Magnet



Gambar 4.1 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Tanpa Medan Magnet



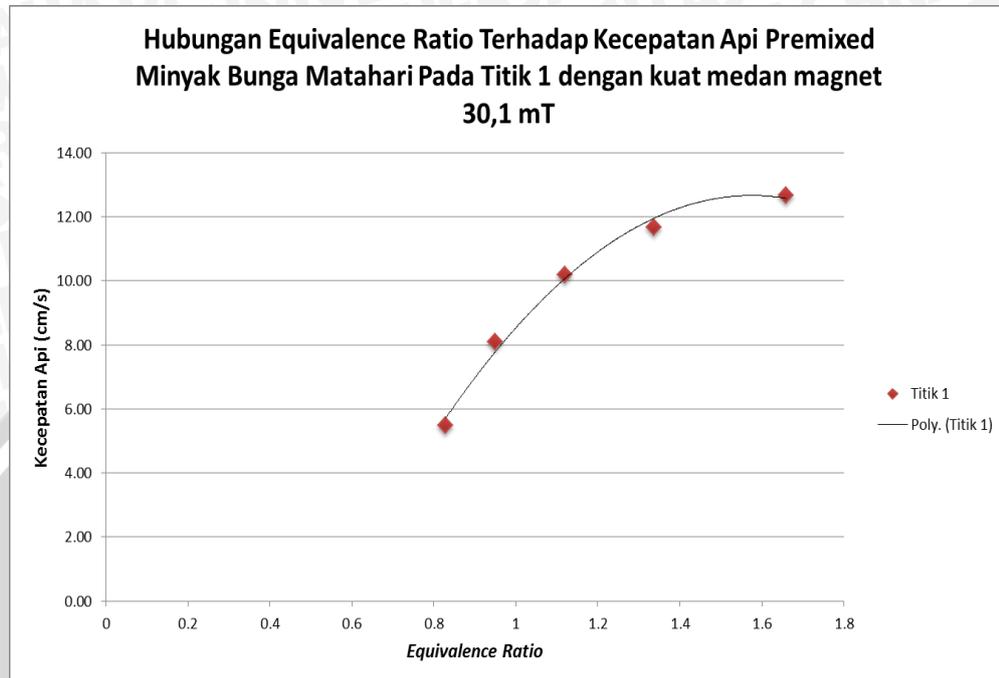
Gambar 4.2 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api Premixed Hidrogen - udara

Sumber: Katre, V & Bhele, S. K (2013)

Gambar 4.1 merupakan grafik Hubungan *equivalence ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Tanpa Medan Magnet dimana sumbu x menyatakan *equivalence ratio* dan sumbu y menyatakan kecepatan pembakaran dari gambar 4.1 didapatkan bahwa semakin besar *equivalence ratio* maka kecepatan api akan semakin besar. Akan tetapi pada beberapa titik dimana kecepatan api tersebut tidak stabil dengan ditandai naik turunnya grafik. pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa kecenderungan grafik pada *equivalence ratio* 0,82 sampai dengan *equivalence ratio* 1,65 adalah naik.

Pada data 3 terdapat kenaikan tajam pada *equivalence ratio* 0,9 dengan kecepatan pembakaran 14,78 (cm/detik) dan pada *equivalence ratio* 1,3 dengan kecepatan pembakaran 14,53 (cm/detik), hal ini disebabkan oleh ketidakstabilan masuknya udara pada burner yang menyebabkan ketidakstabilan bentuk api sehingga membentuk sudut yang besar dan mengakibatkan kenaikan tajam pada *equivalence ratio* 0,9 dan *equivalence ratio* 1,2 tersebut. Peak kecepatan pembakaran pada grafik ini ada pada *equivalence ratio* 1,2 dan kecepatan pembakaran pada hidrogen dan udara didapatkan peak pada *equivalence ratio* 1,8 yang ditunjukkan pada gambar 4.2 hal ini disebabkan karena hidrogen dan minyak bunga matahari merupakan bahan bakar dengan spontanitas terbakar yang tinggi karena pada minyak bunga matahari terdapat 2 kali ikatan ganda dalam 1 rantai hidrokarbon dan pendeknya rantai hidrokarbon pada hidrogen sehingga udara yang diberikan dalam pencampuran tidak terlalu banyak dan sudah bisa beraksi dan terbakar oleh karena itu peak dari grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Tanpa Medan Magnet dan Hubungan Kecepatan Pembakaran Laminar Campuran Hidrogen-Udara ada pada *Equivalence Ratio* diatas Stoikiometri.

### 4.3.2 Hubungan Equivalence Ratio Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Pada Titik 1



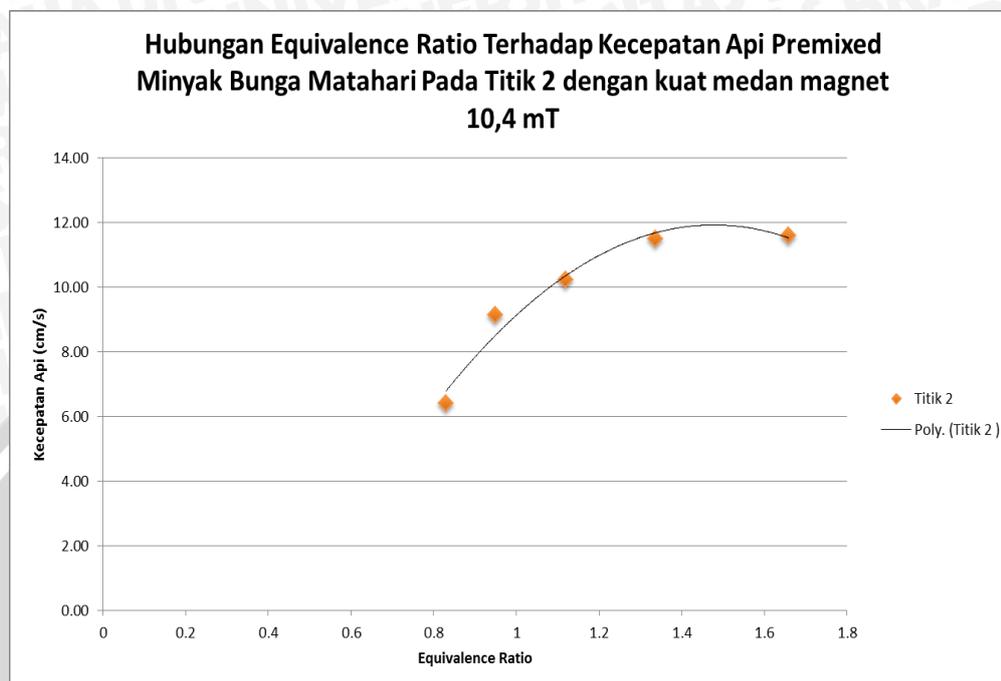
Gambar 4.3 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Pada Titik 1 Dengan Kuat Medan Magnet 30,1 mT

Gambar 4.3 merupakan grafik hubungan *equivalence ratio* terhadap kecepatan api *premixed* minyak bunga matahari Pada Titik 1 Dengan Kuat Medan Magnet 30,1 mT dimana sumbu x menyatakan *equivalence ratio* dan sumbu y menyatakan kecepatan pembakaran dari gambar 5 didapatkan bahwa seiring bertambah besarnya *equivalence ratio* maka kecepatan pembakaran akan semakin besar. Hal ini dikarenakan adanya penambahan medan magnet sebesar 30,1 mT yang menarik oksigen ( $O_2$ ) keluar, menyebabkan semakin bertambah besarnya sudut api sehingga kecepatan api semakin besar.

Pada grafik ini kecepatan tertinggi terdapat pada *equivalence ratio* 1,6 dengan kecepatan 14,77 (cm/s) dan kecepatan terendah ada pada *equivalence ratio* 0,8 dengan kecepatan 4,77 (cm/s) hal ini disebabkan karena pada *equivalence ratio* 1,6 merupakan campuran kaya bahan bakar karena minyak bunga matahari merupakan minyak dengan lemak tak jenuh tinggi yang rantai hidrokarbonnya banyak dengan ikatan ganda sehingga

spontanitas untuk terbakar pada minyak bunga matahari besar dan tidak memerlukan udara yang banyak untuk pembakaran *premixed* sehingga bentuk sudut api menjadi besar dan kecepatan api menjadi besar pada *equivalence ratio* 1,6, berbeda dengan *equivalence ratio* 0,8 pada campuran miskin bahan bakar terjadi sebaliknya kecepatan menjadi sangat rendah karena terlalu banyaknya udara yang diberikan sehingga medan magnet menarik oksigen ( $O_2$ ) keluar karena oksigen ( $O_2$ ) bersifat paramagnetik dan membuat sudut api menjadi kecil dan kecepatan api juga menjadi kecil. Akan tetapi pada *equivalence ratio* 1,65 grafik cenderung menurun hal ini disebabkan karena campuran terlalu kaya bahan bakar yang mengakibatkan sudut api sedikit lebih kecil dari *equivalence ratio* 1,3 dan 1,1, karena pada *equivalence ratio* 1,3; lebih mendekati Stoikiometri karena minyak bunga matahari yang rantai karbonnya panjang dan banyak dengan ikatan ganda menyebabkan tidak perlu asupan udara yang terlalu banyak ditambah dengan adanya medan magnet dengan kekuatan 30,1 mT yang menarik oksigen ( $O_2$ ) keluar sehingga bahan bakar berkumpul pada suatu tempat yang menyebabkan nilai stoikiometri berada pada *equivalence ratio* 1,3 sehingga sudut yang dihasilkan lebih besar dan kecepatan api juga semakin besar. Pada *equivalence ratio* 0,8 dan 0,9 sudut cenderung mengecil karena udara yang masuk terlalu besar sehingga sudut api yang terbentuk terlalu kecil sehingga kecepatan api juga mengecil. Jika dibandingkan dengan gambar 4.1 yang merupakan grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Tanpa Medan Magnet dapat dilihat adanya perubahan kecepatan yang besar dikarenakan adanya penambahan medan magnet sebesar 30,1 mT pada titik 1.

### 4.3.3 Hubungan Equivalence Ratio Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Pada Titik 2



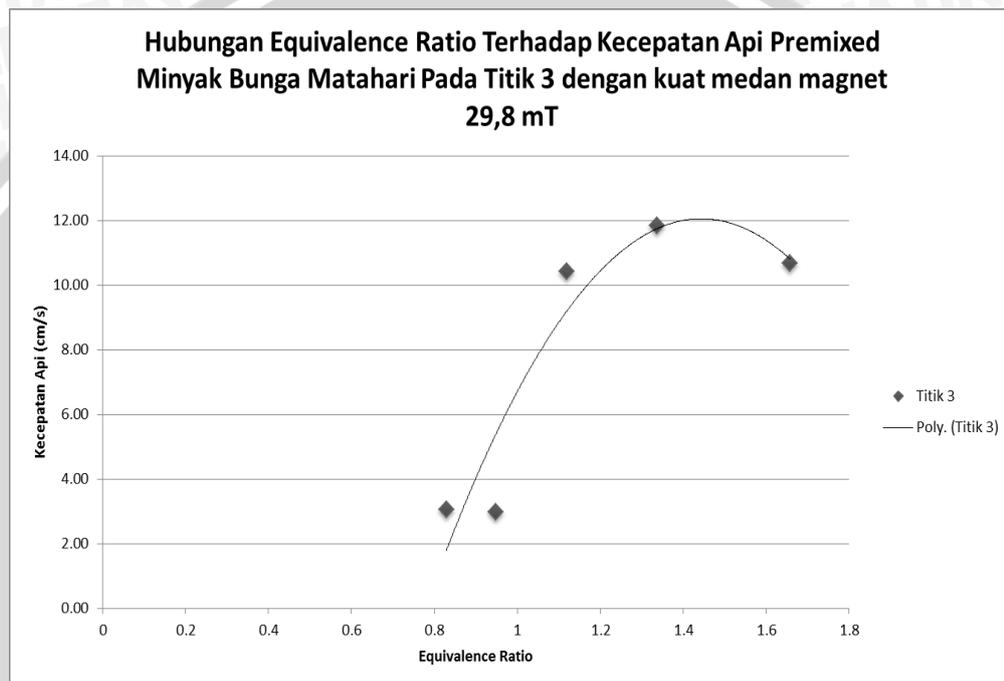
Gambar 4.4 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Pada Titik 2 Dengan Kuat Medan Magnet 10,4 mT

Gambar 4.4 merupakan grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Pada Titik 2 Dengan Kuat Medan Magnet 10,4 mT dimana sumbu x menyatakan *equivalence ratio* dan sumbu y menyatakan kecepatan pembakaran dari gambar 4 dapat dilihat kecenderungan grafik naik. Kecepatan tertinggi terdapat pada *equivalence ratio* 1,6 dengan kecepatan 13,27 (cm/s) dan kecepatan terendah pada *equivalence ratio* 0,8 dengan kecepatan 4,58 (cm/s). Jika dibandingkan dengan gambar 4.1 yang merupakan grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Medan Magnet tidak terlihat terlalu banyak perbedaan, karena pada titik 2 ini medan magnet magnet tidak terlalu kuat sehingga tidak terlalu mempengaruhi sudut api sehingga kecenderungan grafik hampir sama dengan gambar 4.

Walau kekuatan magnet tidak terlalu kuat pada titik ini tetapi pada visualisasi di titik 2 dengan kekuatan medan magnet 10,4 mT

mempengaruhi warna api menjadi merah yang membuktikan jika medan magnet menarik oksigen ( $O_2$ ) sehingga bahan bakar terkandung lebih banyak mengakibatkan api menjadi merah yang dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 4.3.4 Hubungan Equivalence Ratio Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Pada Titik 3



Gambar 4.5 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Pada Titik 3 Dengan Kuat Medan Magnet 29,8 mT

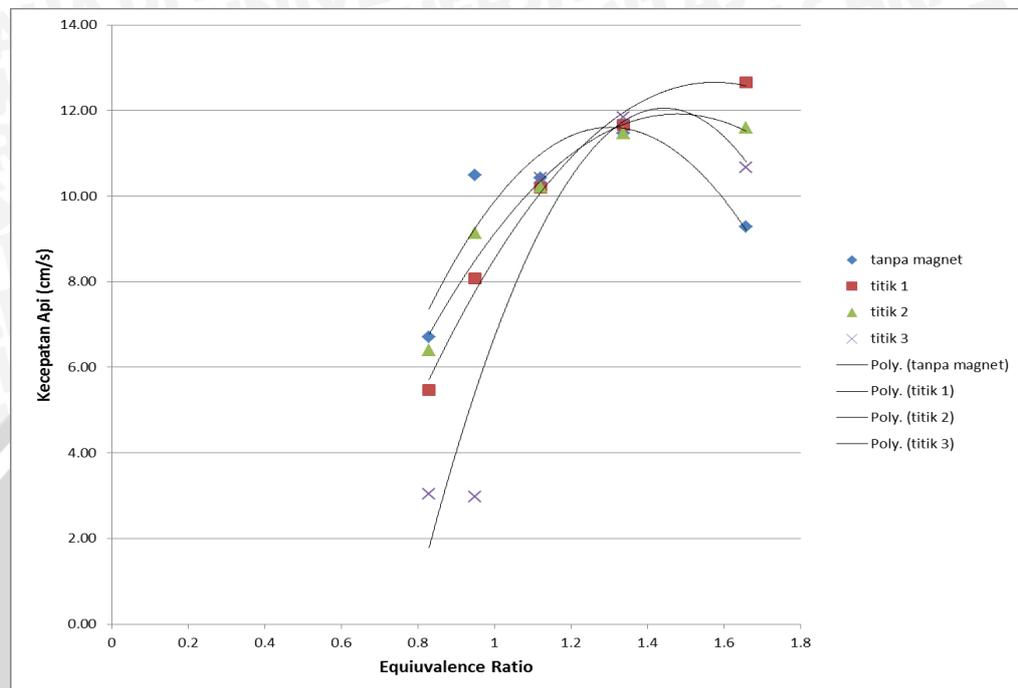
Gambar 4.5 merupakan grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Pada Titik 3 Dengan Kuat Medan Magnet 29,8 mT dimana sumbu x menyatakan *equivalence ratio* dan sumbu y menyatakan kecepatan pembakaran dari gambar 7 dari grafik diatas dapat dilihat pada beberapa variasi *equivalence ratio* grafik cenderung naik. Kecepatan tertinggi ada pada *equivalence ratio* 1,1 dengan kecepatan 13,88 (cm/s) hal ini disebabkan karena pada *equivalence ratio* tersebut, campuran mendekati stoikiometri sehingga sudut api yang terbentuk besar sehingga kecepatan api menjadi besar. Dan

kecepatan terendah ada pada *equivalence ratio* 0,8 dengan kecepatan 1,5 (cm/s) hal ini disebabkan karena besarnya udara yang diberikan dan pada titik 3 merupakan titik terbawah pada magnet yang digunakan dan ada 2 titik di atasnya dengan kekuatan yang berbeda sehingga oksigen ( $O_2$ ) yang ditarik oleh medan magnet semakin besar dan ion pada api terdorong terlalu kuat sehingga menghasilkan sudut yang kecil dan juga kecepatan api yang sangat rendah.

Jika dibandingkan dengan gambar 4.3 yang merupakan Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Pada Titik 1 Dengan Kuat Medan Magnet 30,1 mT pada gambar 4.5 kecepatan api lebih rendah karena masih ada medan magnet diatas titik ini yang menarik oksigen ( $O_2$ ) yang bersifat paramagnetik terlalu banyak sehingga campuran menjadi sangat miskin yang menyebabkan sudut kecepatan api menjadi lebih rendah dibandingkan gambar 4.3.



#### 4.3.5 Hubungan Equivalence Ratio Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari Pada Berbagai Titik

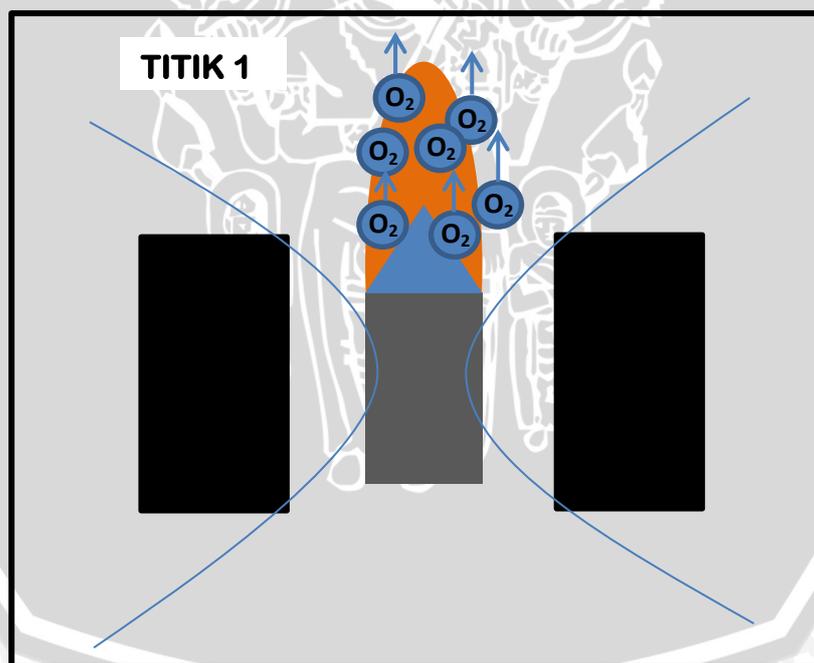


Gambar 4.6 Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Pada Berbagai Titik

Gambar 4.6 merupakan grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Kecepatan Api *Premixed* Minyak Bunga Matahari Pada Berbagai Titik dimana sumbu x menyatakan *equivalence ratio* dan sumbu y menyatakan kecepatan pembakaran dari perbandingan beberapa kekuatan magnet diatas dapat dilihat grafik cenderung naik. Kecepatan tertinggi ada pada titik 1 dengan kuakatan magnet 30,1 mT pada *equivalence ratio* 1,6 dengan kecepatan 12,66 (cm/s) dan keceptan terendah ada pada titik 3 dengan kekuatan medan magnet 29,8 mT pada *equivalence ratio* 0,8 dengan kecepatan 2,97 (cm/s). Hal ini disebabkan karena pada titik 3 dengan kekuatan medan magnet 30,1 mT letaknya paling atas pada sisi magnet sehingga oksigen ( $O_2$ ) yang ditarik oleh medan magnet magnet tidak terlalu besar. Pada medan magnet dengan kekuatan 29,8 mT pada titik 3 terdapat kecepatan api yang paling rendah karena posisi titik pada magnet adalah bagian paling bawah dan mash ada 2 posisi titik diatas titik 3 ini. Sehingga oksigen ( $O_2$ ) yang ditarik oleh medan magnet sangat besar yang

mengakibatkan sudut api menjadi kecil hal ini dapat dilihat pada grafik pada titik 3 *equivalence ratio* 0,8 yang merupakan campuran miskin bahan bakar dan ditambah adanya posisi magnet dan kekuatan medan magnet magnet yang berada pada dua posisi titik di atasnya yang menyebabkan pada titik 3 ini menjadikan sudut api terkecil dan kecepatan api yang paling kecil.

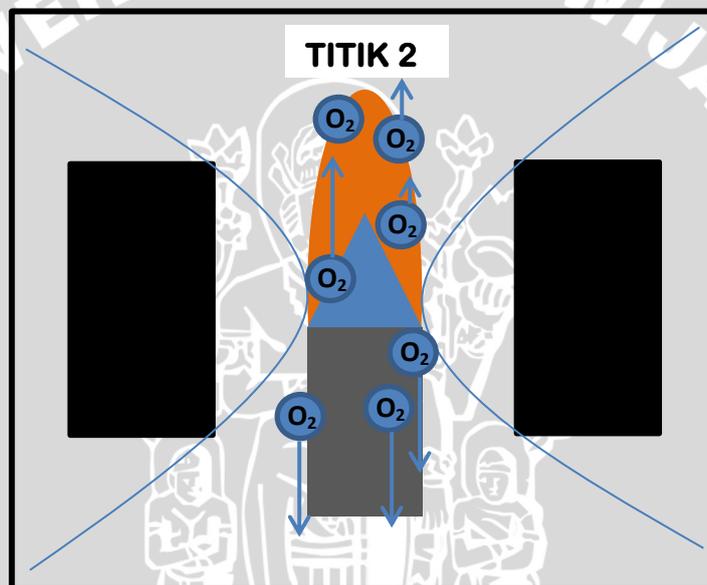
Peak pada grafik ini ada pada *equivalence ratio* 1,3. Hal ini disebabkan karena minyak bunga matahari banyak dengan asam lemak tak jenuh dengan ikatan rantai hidrokarbon yang panjang dan terdapat ikatan ganda yang banyak sehingga minyak bunga matahari hanya memerlukan sedikit udara pada pencampurannya sehingga pada grafik nilai peak nya tidak berada pada nilai *equivalence ratio* 1 melainkan ada pada nilai *equivalence ratio* 1,3 yang membuktikan sedikitnya udara yang yang diperlukan. Hal yang sama juga dapat dilihat pada grafik campuran hidrogen dan udara yang dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.7 Arah Oksigen ( $O_2$ ) Pada Titik 1

Gambar diatas merupakan skema magnet menarik oksigen ( $O_2$ ) yang ada pada titik 1 pada gambar dapat dilihat oksigen ( $O_2$ ) ditarik ke atas oleh medan magnet yang ada pada titik 1 dengan kekuatan 30,1 mT hal ini menyebabkan oksigen ( $O_2$ ) ditarik keatas maka bahan bakar yang ada pada api *premixed*

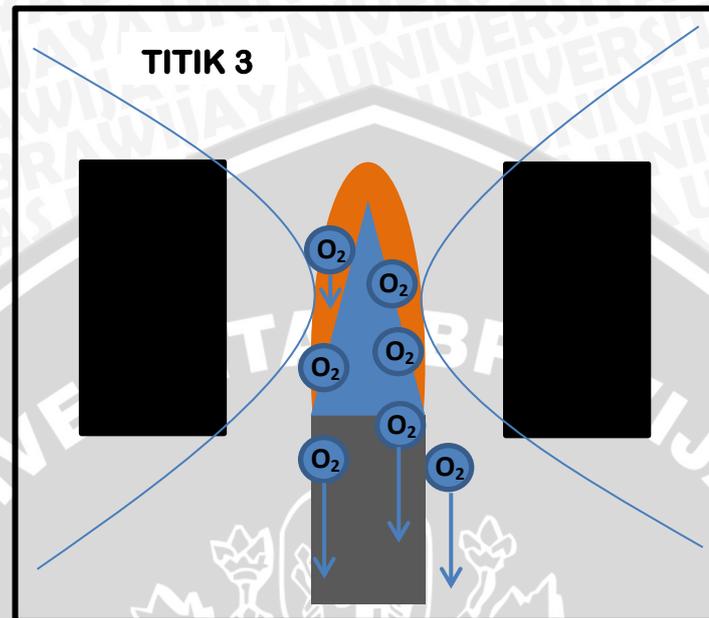
berkumpul pada suatu tempat dibawah oksigen ( $O_2$ ) yang ditarik oleh medan magnet sehingga bahan bakar berkumpul dibawah dan membentuk sudut yang besar jika dilihat pada gambar 4.6 yang merupakan grafik hubungan equivalence ratio terhadap kecepatan api premixed minyak bunga matahari pada berbagai titik. Pada titik 1 dengan kuat medan magnet 30,1 mT kecepatan yang dihasilkan adalah paling besar diantara 2 posisi magnet lainnya selain posisi, kuat medan magnet juga mempengaruhi besar oksigen ( $O_2$ ) yang ditarik semakin besar medan magnet maka semakin banyak oksigen ( $O_2$ ) yang akan ditarik sehingga sudut menjadi besar dan kecepatan semakin meningkat.



Gambar 4.8 Arah Oksigen ( $O_2$ ) Pada Titik 2

Gambar diatas merupakan skema magnet menarik oksigen ( $O_2$ ) yang ada pada titik 2 pada gambar dapat dilihat oksigen ( $O_2$ ) ditarik ke atas dan ke bawah oleh medan magnet yang ada pada titik 2 dengan kekuatan 10,4 mT hal ini menyebabkan oksigen ( $O_2$ ) ditarik keatas dan ke bawah dengan kekuatan yang tidak sebesar medan magnet pada titik 1 yaitu 30,1 mT maka bahan bakar yang ada pada api *premixed* berkumpul pada suatu tempat tetapi tidak terlalu signifikan perubahannya hal ini dapat dilihat pada gambar 4.6 yang merupakan grafik hubungan equivalence ratio terhadap kecepatan api premixed minyak bunga matahari pada berbagai titik. Pada titik 2 dengan kuat medan magnet 10,4 mT kecepatan yang dihasilkan adalah hampir sama dengan kecepatan api *premixed*

tanpa medan magnet hal ini disebabkan karena tidak terlalu kuatnya medan magnet yang menarik oksigen ( $O_2$ ).



Gambar 4.9 Arah Oksigen ( $O_2$ ) Pada Titik 3

Gambar diatas merupakan skema magnet menarik oksigen ( $O_2$ ) yang ada pada titik 3 pada gambar dapat dilihat oksigen ( $O_2$ ) ditarik ke bawah oleh medan magnet yang ada pada titik 3 dengan kekuatan 29,8 mT hal ini menyebabkan oksigen ( $O_2$ ) ditarik kebawah maka bahan bakar yang ada pada api *premixed* berkumpul pada suatu tempat diatas oksigen ( $O_2$ ) yang ditarik oleh medan magnet sehingga bahan bakar berkumpul diatas dan membentuk sudut yang kecil jika dilihat pada gambar 4.6 yang merupakan grafik hubungan equivalence ratio terhadap kecepatan api *premixed* minyak bunga matahari pada berbagai titik. Pada titik 3 dengan kuat medan magnet 30,1 mT kecepatan yang dihasilkan adalah paling kecil pada campuran miskin karena oksigen ( $O_2$ ) terlalu banyak dan ditarik kebawah menyebabkan bahan bakar naik ketatas sehingga membentuk sudut yang kecil sehingga kecepatan api *premixed* pada titik 3 menjadi kecil.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan penelitian dan analisa data pengaruh medan magnet terhadap kecepatan api *premixed* minyak bunga matahari dapat disimpulkan Semakin besar gradien medan magnet akan semakin banyak oksigen ( $O_2$ ) yang akan ditarik yang menyebabkan perubahan sudut pada api *premixed* menjadi besar yang menyebabkan perubahan kecepatan semakin besar. Penggunaan minyak baung matahari dalam pembakaran *premixed* tidak membutuhkan udara yang terlalu banyak karena banyaknya ikatan dalam rantai hidokarbonnya yang menyebabkan minyak bunga matahari lebih spontan untuk terbakar.

#### 5.2 Saran

1. Penambahan *Pressure Gauge* pada LPG agar takana pada debit LPG stabil.
2. Perlunya penambahan *mesh* pada sisi samping burner agar udara luar tidak mempengaruhi kestabilan api dan mempermudah pengambilan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chalid, Muchammad. 2005. Studi Pengaruh Magnetisasi Sistem Dipol terhadap Karakteristik Kerosin
- Hardiansyah, Bayu A. 2014. Karakteristik Pembakaran Premixed Minyak Jarak pada Circular Tube Turner
- Harianto, Bagus. 2014. Pengaruh Ketebelan Circular Tube Burner pada Pembakaran Premixed Uap Minyak Jarak
- Katre, V & Bhele, S. K. 2013. *A Review Of Laminar Burning Velocity Of Gases And Liquid Fuels*. India. Kavikulguru Institute of Technology and Science Ramtek.
- Kholiluddin, Muhammad I. 2014. Karakteristik Pembakaran Premixed Campuran Uap Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dan LPG (Liquified Petroleum Gas).
- Kumalasari, Fanny A. dkk. 2010. Pengaruh Cekaman Kekeringan Pada 10 Aksesi Bunga Matahari. Jurnal. Malang. Universitas Brawijaya.
- Rodhiyah & Sulistyawati. 2011. pengaruh Ekstrak Minyak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus*) Terhadap Proses Awal Penyembuhan Luka. Jurnal. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
- Swaminathan, Sumathi. 2005. Effects of Magnetic Field on Micro Flames.
- Walker, Jearl. 2010. *Fundamental of Physics fifth edition*. Wiley.
- Wardana, ING. 2008. *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*. PT. Danar Wijaya Brawijaya University Press, Malang.
- Young, Hugh D. 2001. *Fisika Universitas Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Zake, M. Barmina, I. 2010. Effect of Magnetic Field on Swirling Flame

## Lampiran 1. Tabel data hasil pengujian asam lemak di Universitas Airlangga

Tabel Profil Asam Lemak

No	Nama Komponen (metil ester)	kode GC-MS 9-60			kode GC-MS 9-61			kode GC-MS 9-59		
		Waktu Tambat	% Area	Quality*	Waktu Tambat	% Area	Quality	Waktu Tambat	% Area	Quality*
1	Myristic acid	5.075	26.778%	98%	-	-	-	5.059	0.365%	98%
2	palmitic acid	8.291	26.024%	99%	8.275	12.052%	98%	8.292	17.208%	99%
3	8,11-octadecadienoic acid	11.825	12.523%	99%	-	-	-	-	-	-
	linoleic acid	-	-	-	11.931	53.313%	99%	11.939	46.660%	99%
4	Oleic acid	11.996	30.163%	99%	12.061	26.153%	99%	12.069	26.928%	99%
	9,12,15-octadecatrienoic acid	-	-	-	-	-	-	12.312	0.330%	97%
5	stearic acid	12.540	3.890%	99%	12.556	6.119%	99%	12.564	6.663%	99%
6	11-eicosenoic acid	16.983	0.298%	99%	16.983	0.297%	99%	16.983	0.403%	99%
7	arachidic acid	17.852	0.167%	99%	17.860	0.454%	99%	17.860	0.647%	99%
	Docosanoic acid	-	-	-	23.019	1.212%	99%	23.019	0.563%	99%
8	lignoceric acid	25.602	0.156%	99%	25.602	0.400%	99%	25.602	0.234%	99%

ket. Quality = Kesesuaian spektrum MS dengan pustaka Alat

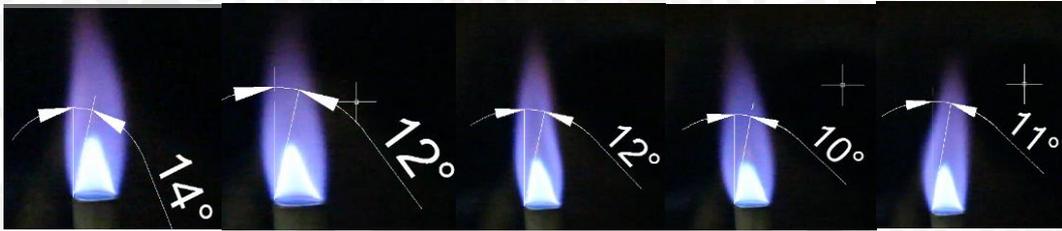
Surabaya, 15 September 2014  
Analisis ULPPFUA

**Mega Ferdina Warsito, S.Farm., Apt.**

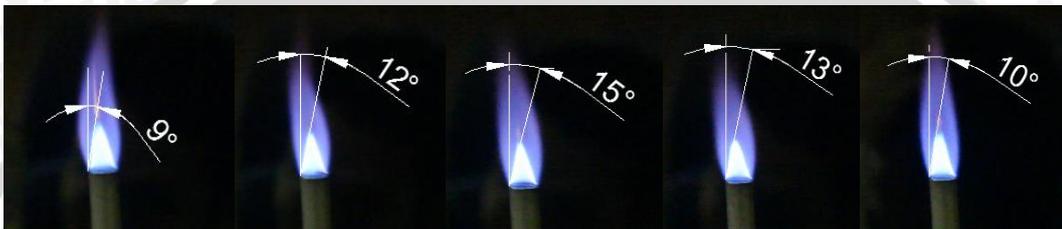


Lampiran 2. Visualisasi Api

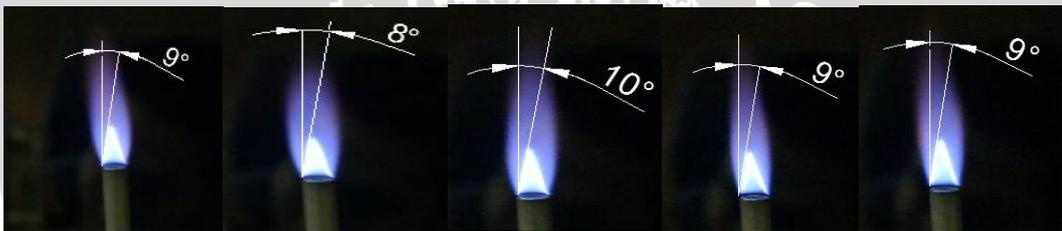
Tanpa magnet *Equivalence Ratio* 1,658



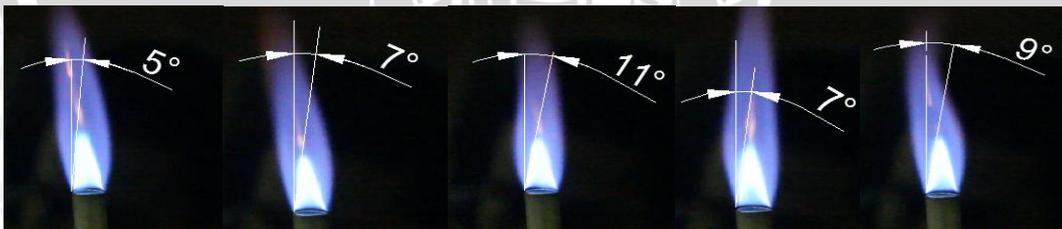
Tanpa magnet *Equivalence Ratio* 1,336



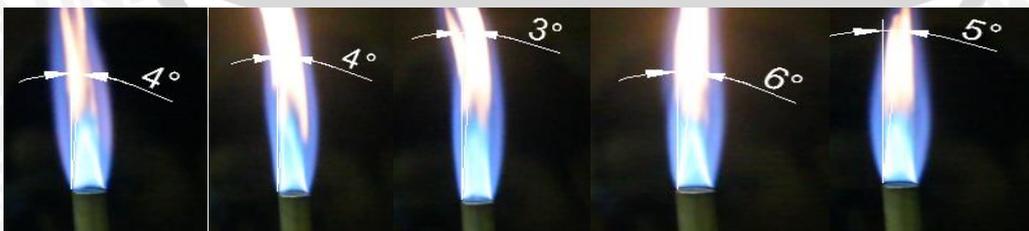
Tanpa magnet *Equivalence Ratio* 1,119



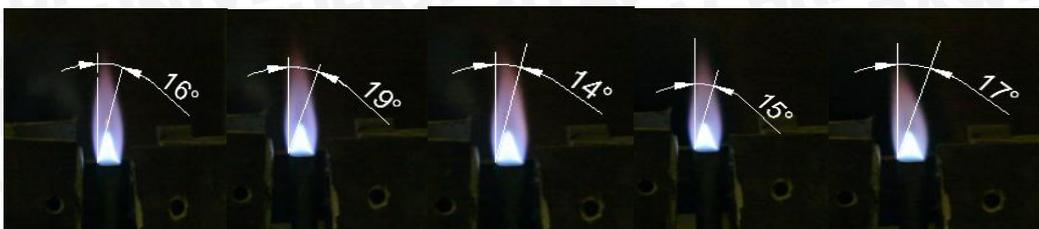
Tanpa magnet *Equivalence Ratio* 0,949



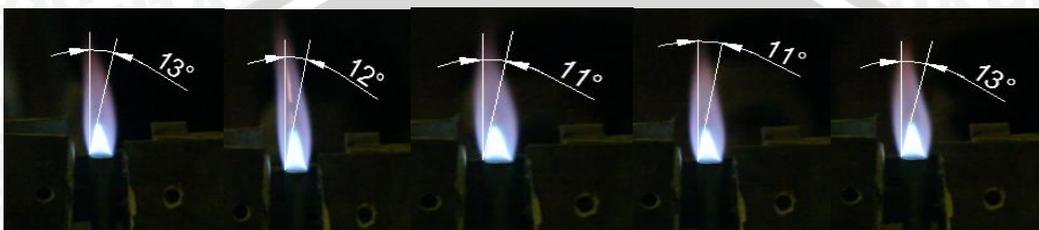
Tanpa Magnet *Equivalence Ratio* 0,829



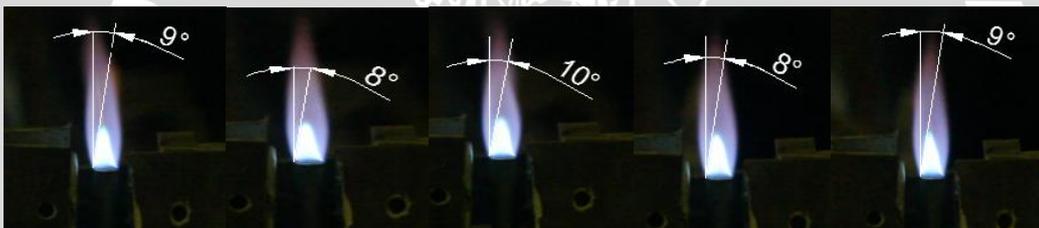
Titik 1 Equivalence Ratio 1,658



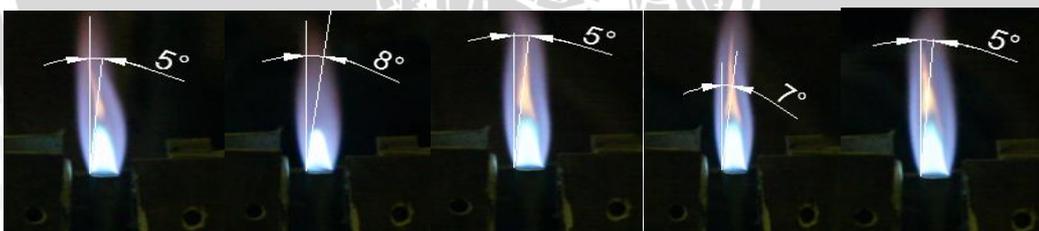
Titik 1 Equivalence Ratio 1,336



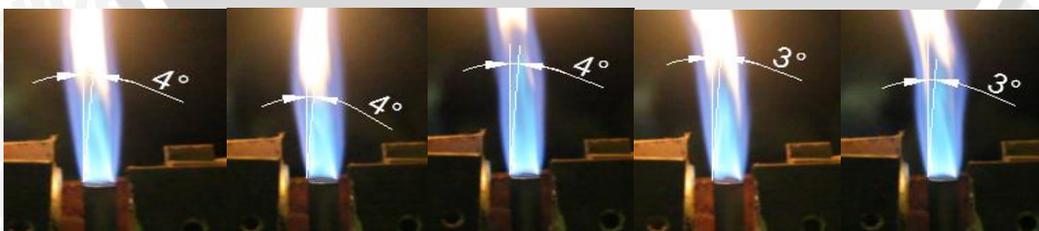
Titik 1 Equivalence Ratio 1,119



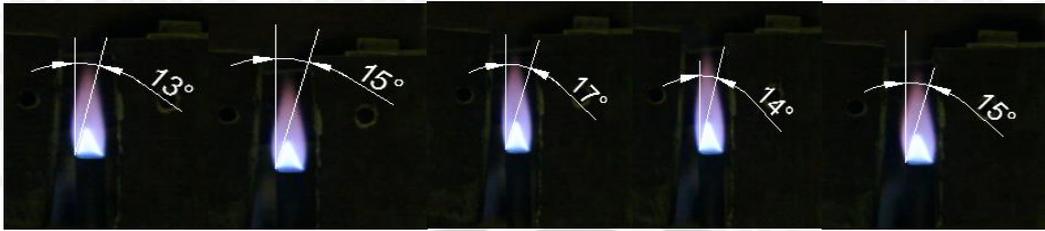
Titik 1 Equivalence Ratio 0,949



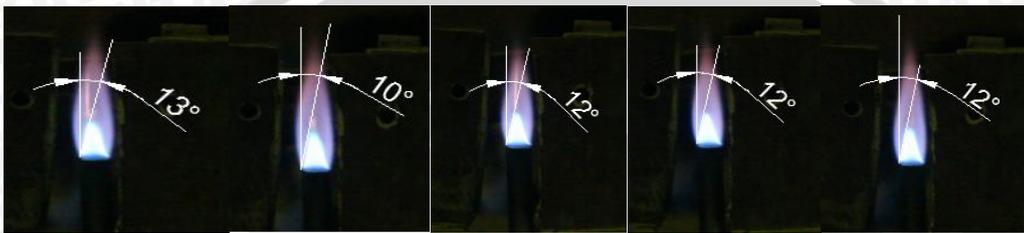
Titik 1 Equivalence Ratio 0,829



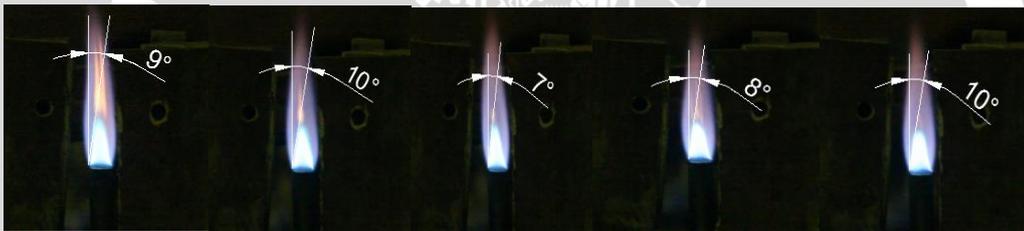
Titik 2 Equivalence Ratio 1,658



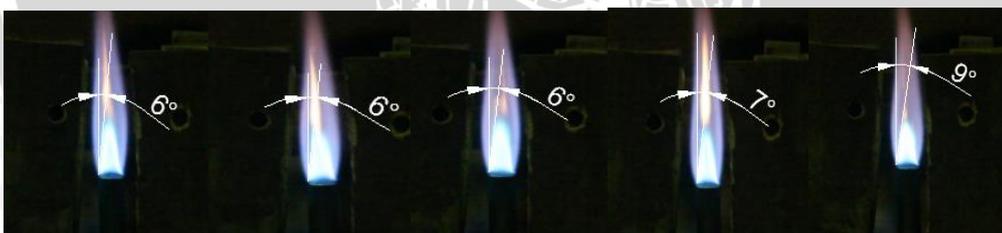
Titik 2 Equivalence Ratio 1,336



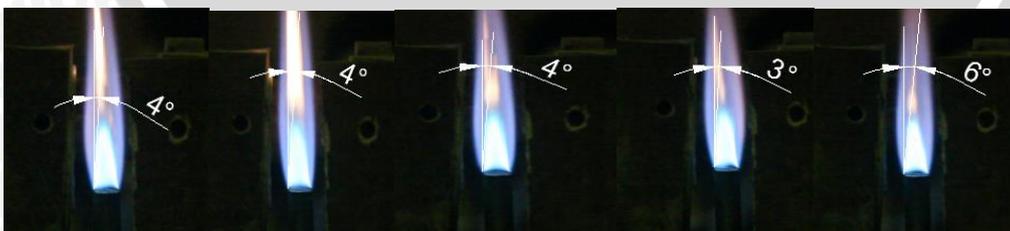
Titik 2 Equivalence Ratio 1,119



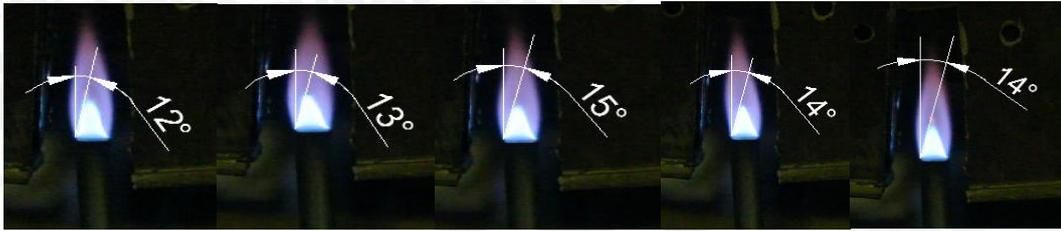
Titik 2 Equivalence Ratio 0,949



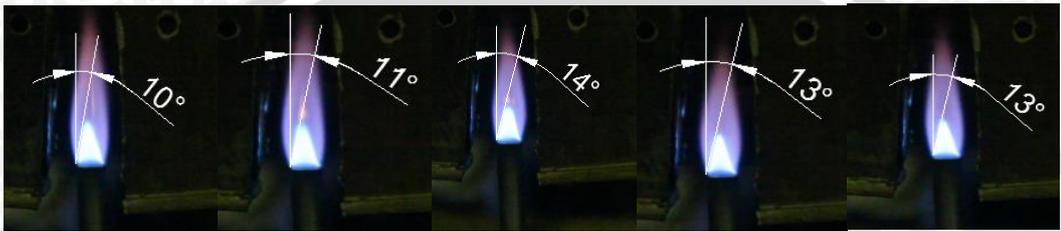
Titik 2 Equivalence Ratio 0,829



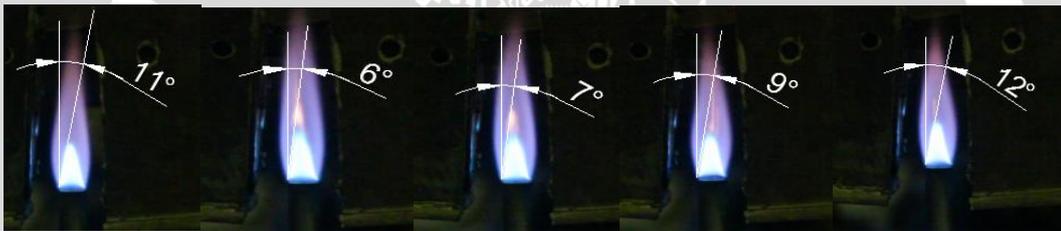
Titik 3 Equivalence Ratio 1,658



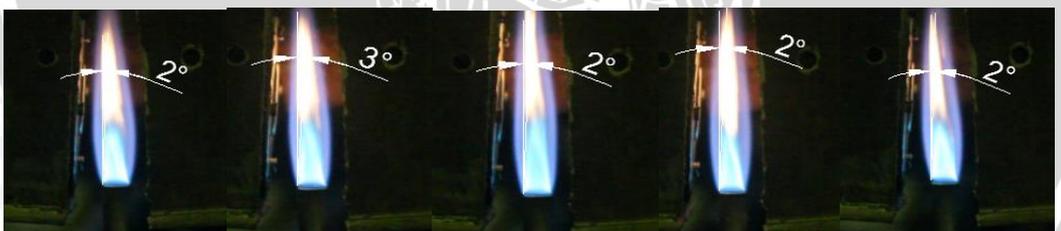
Titik 3 Equivalence Ratio 1,336



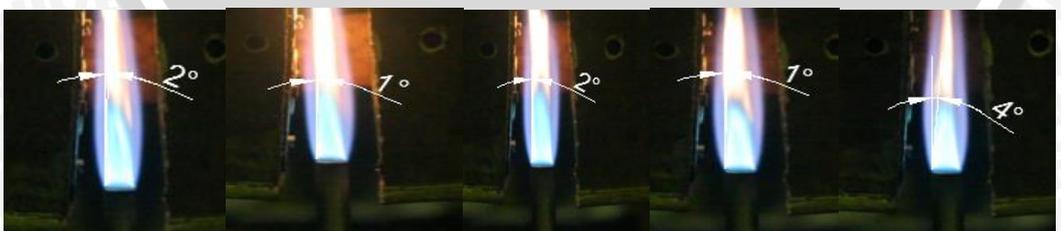
Titik 3 Equivalence Ratio 1,119



Titik 3 Equivalence Ratio 0,949



Titik 3 Equivalence Ratio 0,829



Lampiran 3. Tabel Data Hasil Perhitungan

No	Jarak Magnet (cm)	Letak Titik	Kuat Medan magnet (mT)	Debit Udara (l/min)	AFR Stoikiometri	AFR Aktual	Equivalence Ratio ( $\phi$ )	Sudut Api ( $\theta$ )	Sin $\theta$	Vu (cm/detik)	SL (cm/detik)
1	-	-	-	2	13.1	7.9	1.65822785	14	0.241	45.432236	10.95
2								0.208	9.45		
3								0.208	9.45		
4								0.174	7.91		
5								0.191	8.68		
6				2.5	13.1	9.8	1.33673469	9	0.156	56.081863	8.75
7								0.208	11.67		
8								0.259	14.53		
9								0.225	12.62		
10								0.174	9.76		
11				3	13.1	11.7	1.11965812	9	0.156	66.731490	10.41
12								0.139	9.28		
13								0.174	11.61		
14								0.156	10.41		
15								0.156	10.41		
16				3.5	13.1	13.8	0.94927536	5	0.087	77.381118	6.73
17								0.122	9.44		
18								0.191	14.78		
19								0.122	9.44		
20								0.156	12.07		
21				4	13.1	15.8	0.82911392	4	0.069	88.030745	6.07
22								0.069	6.07		
23								0.052	4.58		
24								0.104	9.16		
25								0.087	7.66		

No	Jarak Magnet (cm)	Letak Titik	Kuat Medan magnet (mT)	Debit Udara (l/min)	AFR Stoikiometri	AFR Aktual	Equivalence Ratio ( $\phi$ )	Sudut Api ( $\theta$ )	Sin $\theta$	Vu (cm/detik)	SL (cm/detik)
1	2	1	30.1	2	13.1	7.9	1.65822785	16	0.276	45.432236	12.54
2								0.325	14.77		
3								0.241	10.95		
4								0.259	11.77		
5								0.292	13.27		
6				2.5	13.1	9.8	1.33673469	13	0.225	56.081863	12.62
7								0.208	11.67		
8								0.191	10.71		
9								0.191	10.71		
10								0.225	12.62		
11				3	13.1	11.7	1.11965812	9	0.156	66.731490	10.41
12								0.139	9.28		
13								0.174	11.61		
14								0.139	9.28		
15								0.156	10.41		
16				3.5	13.1	13.8	0.94927536	5	0.087	77.381118	6.73
17								0.139	10.76		
18								0.087	6.73		
19								0.122	9.44		
20								0.087	6.73		
21				4	13.1	15.8	0.82911392	4	0.069	88.030745	6.07
22								0.069	6.07		
23								0.069	6.07		
24								0.052	4.58		
25								0.052	4.58		

No	Jarak Magnet (cm)	Letak Titik	Kuat Medan magnet (mT)	Debit Udara (l/min)	AFR Stoikiometri	AFR Aktual	Equivalence Ratio ( $\phi$ )	Sudut Api ( $\theta$ )	Sin $\theta$	Vu (cm/detik)	SL (cm/detik)
1	2	2	10.4	2	13.1	7.9	1.65822785	13	0.225	45.432236	10.22
2								15	0.259		11.77
3								17	0.292		13.27
4								14	0.241		10.95
5								15	0.259		11.77
6				2.5	13.1	9.8	1.33673469	13	0.225	56.081863	12.62
7								10	0.174		9.76
8								12	0.208		11.67
9								12	0.208		11.67
10								12	0.208		11.67
11				3	13.1	11.7	1.11965812	9	0.156	66.731490	10.41
12								10	0.174		11.61
13								7	0.122		8.14
14								8	0.139		9.28
15								10	0.174		11.61
16				3.5	13.1	13.8	0.94927536	6	0.104	77.381118	8.05
17								6	0.104		8.05
18								6	0.104		8.05
19								7	0.122		9.44
20								9	0.156		12.07
21				4	13.1	15.8	0.82911392	4	0.069	88.030745	6.07
22								4	0.069		6.07
23								4	0.069		6.07
24								3	0.052		4.58
25								6	0.104		9.16

No	Jarak Magnet (cm)	Letak Titik	Kuat Medan magnet (mT)	Debit Udara (l/min)	AFR Stoikiometri	AFR Aktual	Equivalence Ratio ( $\phi$ )	Sudut Api ( $\theta$ )	Sin $\theta$	Vu (cm/detik)	SL (cm/detik)
1	2	3	29.8	2	13.1	7.9	1.65822785	12	0.208	45.432236	9.45
2								13	0.225		10.22
3								15	0.259		11.77
4								14	0.241		10.95
5								14	0.241		10.95
6				2.5	13.1	9.8	1.33673469	10	0.174	56.081863	9.76
7								11	0.191		10.71
8								14	0.241		13.52
9								13	0.225		12.62
10								13	0.225		12.62
11				3	13.1	11.7	1.11965812	11	0.191	66.731490	12.75
12								6	0.104		6.94
13								7	0.122		8.14
14								9	0.156		10.41
15								12	0.208		13.88
16				3.5	13.1	13.8	0.94927536	2	0.035	77.381118	2.71
17								3	0.052		4.02
18								2	0.035		2.71
19								2	0.035		2.71
20								2	0.035		2.71
21				4	13.1	15.8	0.82911392	2	0.035	88.030745	3.08
22								1	0.017		1.50
23								2	0.035		3.08
24								1	0.017		1.50
25								4	0.069		6.07