

**LAPORAN AKHIR**  
**PENELITIAN DOSEN PEMULA**



**PENGARUH BESARNYA MEDAN MAGNET DALAM ALIRAN FLUIDA  
BAHAN BAKAR TERHADAP PERFORMANCE PEMBAKARAN**

Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun

	Oleh :	
Agus Sudiby, S.Pd.,MT.		NIDN 0722077604 (Ketua Pelaksana)
Sugeng Hadi Santoso, ST.,MM.,MT		NIDN 0707017508 (Anggota)
Agung Nugroho,ST.,MT.		NIDN 0730018002 (Anggota)

Kegiatan ini dibiayai oleh Kopertis Wilayah VII, Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Program Penelitian No: 082/SP2H-PDP/K7/PT/IX/2013, Tanggal 18 September 2013

**UNIVERSITAS GAJAYANA MALANG**

**DESEMBER 2013**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Besarnya Medan Magnet Dalam Aliran fluida Bahan Bakar Terhadap Performance Pembakaran.

### Peneliti Pelaksana

Nama Lengkap : Agus Sudibyo, S.Pd., M.T.

NIDN : 0722077604

Jabatan Fungsional:

Program Studi : Teknik Mesin

Nomor HP : 085204137628

Surel (e-mail) : [agussudibyo76@gmail.com](mailto:agussudibyo76@gmail.com)

### Anggota (1)

Nama Lengkap : Sugeng Hadi Santoso, S.T., M.T.

NIDN : 0707017508

Perguruan Tinggi : Universitas Gajayana Malang

### Anggota (2)

Nama Lengkap : Agung Nugroho, S.T., M.T.

NIDN : 0730018002

Perguruan Tinggi : Universitas Gajayana Malang

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra :

Alamat :

Penanggung Jawab :

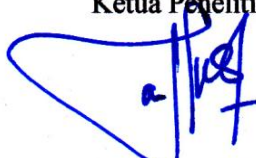
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun

Biaya Tahun Berjalan : Rp 14.500.000,-

Biaya Keseluruhan : Rp 14.950.000,-

Malang, 20 Desember 2013

Mengetahui,  
Dekan  
  
(Dr. Gunadi)  
NIP/NIK 281019641991031004

Ketua Peleliti,  
  
(AGUS SUDIBYO)  
NIP/NIK091095139

Kepala LPM UNIGA  
  
(Dr. Sri Madijati, SE., MS.)  
NIP/NIK 195205021984032001

## RINGKASAN

Gaya gerak listrik, telah banyak penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari, disamping untuk industri juga untuk peralatan elektronik. Karena gaya gerak listrik akan menghasilkan medan magnet yang akan membantu proses ionisasi dalam bahan bakar sehingga proses pembakaran bahan bakar lebih sempurna. Maka dalam penelitian ini di titik beratkan pada pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar biodisel terhadap temperatur pembakaran.

Akibat medan magnet yang ditimbulkan oleh gaya gerak listrik akan menimbulkan gelombang *Far Infrared*, yang akan memperkuat ikatan-ikatan struktur molekul bahan bakar yang bermuatan positif.

Medan magnet membantu proses Ionisasi didalam bahan bakar, ionisasi ini diperlukan agar bahan bakar dapat dengan mudah mengikat oksigen selama proses pembakaran. Jika proses ionisasi ini berjalan dengan baik maka proses pembakaran menjadi lebih sempurna. Dalam proses ionisasi ini, akan menghasilkan terbentuknya molekul bahan bakar yang bermuatan positif sehingga pada saat pembakaran akan lebih cepat terjadinya proses pembakaran. Medan magnet akan menimbulkan gelombang *Far Infrared*, yang akan memperkuat ikatan-ikatan struktur bahan bakar yang bermuatan positif akibat proses ionisasi dan memposisikan ikatan tersebut secara beraturan. Hal ini menyebabkan mudahnya oksigen bereaksi dengan bahan bakar pada proses pembakaran.

Dengan adanya gaya gerak listrik akan meningkatkan temperatur pembakaran. Terjadinya peningkatan temperatur disebabkan oleh proses ionisasi bahan bakar akibat medan magnet yang dihasilkan oleh gaya gerak listrik. Gaya gerak listrik dinamik menyebabkan nyala api meningkat pada saat arus mengalir dan menurun pada saat arus listrik terputus. Arah arus listrik berpengaruh terhadap besarnya koefisien variasi temperatur pada masing-masing perlakuan.

Kata-kata Kunci: Gaya Gerak Listrik, Medan Magnet, Bahan Bakar.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena limpahan rahmatnya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dan laporan akhir yang berjudul **“Pengaruh Besarnya Medan Magnet Dalam Aliran fluida Bahan Bakar Terhadap Performance Pembakaran”**.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar terhadap temperatur pembakaran. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan wawasan pada kita semua yang berkaitan dengan pembakaran.

Sebagai penghargaan atas segala kesempatan dan bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak selama proses penelitian, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Direktur Jenderal Perguruan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional beserta jajarannya yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis melalui dana penelitian.
2. Kopertis Wilayah VII Jawa timur beserta jajarannya.
3. Universitas Gajayana Malang yang telah memfasilitasi dan mendukung penelitian ini.
4. Dekan Fakultas Teknik dan Informatika beserta rekan-rekan dosen yang telah mendukung kegiatan penelitian ini.
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dengan kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih banyak perbaikan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan. Harapan penulis, semoga karya ilmiah ini dapat memberikan nilai tambah bagi kemajuan penelitian.

Malang, 20 Desember 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	i
<b>Halaman Pengesahan</b> .....	ii
<b>Ringkasan</b> .....	iii
<b>Daftar Isi</b> .....	iv
<b>Daftar Tabel</b> .....	vi
<b>Daftar Gambar</b> .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	8
1.1. Latar Belakang .....	8
1.2. Rumusan Masalah .....	9
1.3. Batasan Masalah .....	9
1.4. Tujuan Penelitian .....	
1.5. Manfaat Penelitian .....	10
1.6. Urgensi Penelitian .....	
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	11
2.1. Hasil-Hasil Penelitian Terdahulu .....	11
2.2. Landasan Teori .....	12
2.2.1. Bahan bakar Minyak Jarak ( <i>Jatropha curcas</i> L.) .....	12
2.2.2. Pengaruh Gaya Gerak Listrik Dinamik Terhadap Aliran Bahan Bakar .....	18
2.2.3. Proses Ionisasi dalam Aliran Bahan Bakar Minyak Jarak .....	20
2.2.4. Pengaruh Gelombang Far Infrared Akibat Gaya Gerak Listrik Dinamik .....	20
2.2.5. Pengaruh Gaya Gerak Listrik Dinamik Terhadap Temperatur Pembakaran .....	21
2.3. Kerangka Teoritis .....	22
2.4. Hipotesa .....	23
<b>BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b> .....	
3.1 Tujuan Penelitian .....	24
3.2 Manfaat Penelitian .....	24
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	25
4.1 Metode Penelitian .....	25
4.2 Bahan yang digunakan .....	25
4.3 Alat yang digunakan .....	25
4.4 Tempat Penelitian .....	26
4.5 Variabel Penelitian .....	26
4.6 Diagram Alir Penelitian .....	27
4.7 Prosedur Pengujian .....	28
4.8 Analisa statistik .....	28
4.8.1 Analisa Varian .....	28
4.8.2 Analisa Regresi .....	31
4.9 Rancangan Alat Penelitian .....	31
<b>BAB V HASIL YANG DICAPAI</b> .....	32

<b>BAB VI RENCANA TAHAP BERIKUTNYA.....</b>	<b>33</b>
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>34</b>
7.1 Kesimpulan.....	34
7.2 Saran.....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>35</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakterisasi Minyak Jarak .....	8
Tabel 2.2	Komposisi asam lemak minyak jarak .....	14

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 :	Kondisi bahan bakar pada beban 25% .....	5
Gambar 2.2 :	Kondisi bahan bakar pada beban 85% .....	5
Gambar 2.3 :	Rata-rata konsumsi bahan bakar .....	6
Gambar 2.4 :	Reaksi Transesterifikasi molekul minyak .....	9
Gambar 2.5 :	Struktur minyak jarak serta gugus-gugus fungsinya.....	10
Gambar 2.6 :	Gugus Hidroksi berubah menjadi ester .....	10
Gambar 2.7 :	Gugus hid roksi berubah menjadi eter .....	10
Gambar 2.8 :	Pengaruh medan magnet pada bahan bakar .....	14
Gambar 3.1 :	Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 3.2 :	Rancangan alat penelitian .....	24



## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dalam memenuhi kebutuhan hidupnya manusia membutuhkan energi, dan lebih dari 90% energi yang digunakan untuk sistem transportasi, sistem pembangkit listrik, serta sistem pemanasan dan lain-lain di dunia ini diperoleh dari hasil proses pembakaran bahan bakar. Sumberdaya energi yang ada berupa minyak bumi, gas bumi, batubara, panas bumi, air dan lain-lain yang digunakan dalam berbagai aktivitas manusia. Kebutuhan akan bahan bakar meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah industri, transportasi dan pusat pembangkit listrik.

Kenaikan harga minyak dunia sampai dengan US\$ 100/barel menyebabkan kenaikan harga dasar bahan bakar di Indonesia pada akhir tahun 2005 dan kenaikan di bulan Juni 2008 mempengaruhi perekonomian dan kehidupan masyarakat Indonesia. Berbagai cara untuk menghemat energi pun telah dilakukan oleh masyarakat luas dan industri. Seperti mengganti dengan bahan bakar alternatif, melakukan pembatasan penggunaan bahan bakar dan energi. Terutama di dunia industri, pemerintah telah mencoba untuk berhemat dalam menggunakan bahan bakarnya. Namun tidak dapat disangkal, upaya yang dilakukan masih kurang optimal. Maka metode penghematan bahan bakar sangat diperlukan dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas aktivitas manusia, untuk itu diperlukan cara cerdas untuk penghematan bahan bakar.

Khususnya untuk bahan bakar dalam proses pembakaran, terdapat fakta bahwa di beberapa daerah di Indonesia kesulitan untuk mendapatkan bahan bakarnya yang cukup. Sedangkan kebutuhan tersebut banyak berhubungan

langsung dengan pemenuhan kebutuhan dasar manusia. Untuk mengantisipasi ketergantungan yang sangat tinggi terhadap bahan bakar yang ada sebagai sumber energi yang tidak dapat diperbaharui tersebut, maka perlu pemikiran untuk pemakaian sumber daya energi alternatif yang salah satunya adalah yaitu pemanfaatan minyak nabati yang ada di Indonesia sebagai bahan bakar alternatif tersebut. Untuk penelitian ini akan digunakan minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*)

Gaya gerak listrik, telah banyak penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari, disamping untuk industri juga untuk peralatan elektronik. Karena gaya gerak listrik akan menghasilkan medan magnet yang akan membantu proses ionisasi dalam bahan bakar sehingga proses pembakarannya lebih sempurna. Maka dari itu fokus dalam penelitian ini adalah pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar minyak jarak terhadap temperatur pembakaran.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, terdapat perumusan masalah yang diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar terhadap temperatur pembakaran.
2. Bagaimana pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar terhadap intensitas cahaya pembakaran.

## **1.3. Batasan Masalah**

Pada penelitian ini batasan masalah yang diambil sebagai berikut:

1. Metode penelitian yang digunakan adalah quasi *experimental research*.
2. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar minyak jarak (biodiesel).

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan diatas, maka tujuan penelitian adalah untuk mengetahui:

1. pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar terhadap temperatur pembakaran.
2. pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar terhadap intensitas cahaya pembakaran.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk memperkaya khasanah ilmu pengetahuan dan untuk mengetahui pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar terhadap temperature pembakaran.

#### **1.6. Urgensi Penelitian**

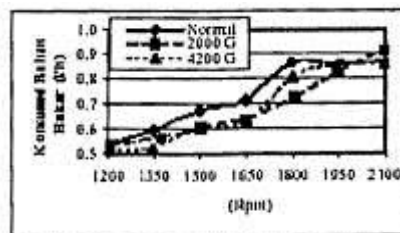
Semakin berkurangnya sumber energy terbarukan, sehingga perlu adanya penghematan bahan bakar pada aliran bahan bakar maka diperlukan penelitian lebih lanjut.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

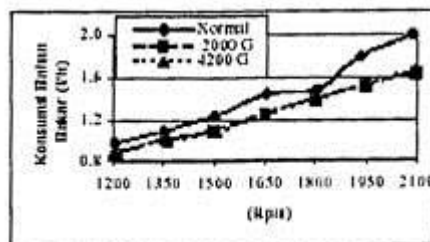
### 2.1 Hasil-hasil Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian sebelumnya tentang penggunaan magnet dalam proses pembakaran yang mendukung penelitian ini adalah sebagai berikut :

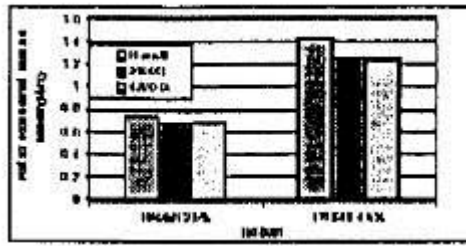
Agung Sudrajat (2006) dalam penelitiannya tentang pengaruh magnet portable dalam proses pembakaran untuk motor diesel, menyimpulkan bahwa penggunaan magnet portable menunjukkan penurunan konsumsi bahan bakar solar sebesar 13-14% pada kondisi beban normal. Hasil penurunan konsumsi bahan bakar solar di tunjukan sebagai berikut :



Gambar 2.1 : Kondisi bahan bakar pada beban 25%  
Sumber : Agung Sudrajad, 2006



Gambar 2.2: Kondisi bahan bakar pada beban 85%  
Sumber : Agung Sudrajad, 2006



Gambar 2.3 : Rata-rata konsumsi bahan bakar  
 Sumber : Agung Sudrajad, 2006

Ryu (2006) melakukan penelitian untuk menunjukkan pengaruh medan listrik terhadap kecepatan propagasi pembakaran premix dalam tabung. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kecepatan propagasi pembakaran meningkat secara linear sesuai dengan semakin besarnya intensitas medan listrik.

Vladimir, et all (2001), melakukan penelitian tentang pengaruh frekuensi tinggi medan listrik pada proses pembakaran dalam pipa. Hasil penelitiannya menunjukkan frekuensi tinggi medan listrik akan meningkatkan kecepatan propagasi pembakaran sebesar 1.5 kali.

Swaminathan (2005), melakukan penelitian tentang pengaruh medan magnet terhadap pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh semakin besar medan magnet menjadikan semakin terang dan semakin tinggi intensitas cahayanya.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Bahan bakar Minyak Jarak (*Jatropha curcas L.*)

Properties Kimia Minyak Jarak (*Jatropha curcas L.*)

#### 1. Bilangan Asam (*Acid Value*)

Acid value adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas (*free fatty acid/FFA*) yang terdapat di dalam minyak, dan dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak (Ketaren S, 1986), *Acid value*

dinyatakan sebagai jumlah (miligram) kalium hidroksida (KOH) 0,1 N yang dibutuhkan untuk menetralkan FFA dalam 1 gram minyak. Besarnya *acid value* tergantung dari kemurnian dan umur dari minyak.

Untuk menentukan harga *acid value* menggunakan formula sebagai berikut (Marlina, et all, 2004):

$$Av = \frac{A \times N \times 56,1}{S} \dots\dots\dots (2,1)$$

dengan: Av = Acid value.

A = Jumlah KOH, (ml).

N = Normalitas KOH.

56,1 = Berat molekul larutan KOH.

S = Berat sampel, (g).

## 2. Bilangan Iod (*Iodine Value*)

*Iodine value* adalah ukuran dari jumlah asam lemak yang berikatan rangkap atau tidak jenuh yang terdapat di dalam minyak (Ketaren S., 1986). Ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak yang tidak jenuh akan bereaksi dengan iod atau senyawa-senyawa iod, dan membentuk senyawa yang jenuh. *Iodine value* dapat menyatakan derajat ketidakjenuhan dari minyak. Minyak dengan tingkat ketidakjenuhan yang tinggi akan mengikat iod dalam jumlah yang lebih besar. *Iodine value* dinyatakan sebagai jumlah (gram) iod yang dapat diikat oleh 100 gram minyak.

Untuk menentukan harga *iodine value* menggunakan formula sebagai berikut (Marlina, et all., 2004):

$$Iv = \frac{(B - C) \times N \times 12,69}{S} \dots\dots\dots (2,2)$$

dengan: Iv = Iodine value.

B = Jumlah natrium thiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) untuk titrasi blanko, (ml).

C = Jumlah natrium thiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) untuk titrasi sampel, (ml).

N = Normalitas larutan natrium thiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ).

S = Berat sampel, (g).

$$12,69 = \frac{\text{Bobot atom iodium}}{10} \cdot 1$$

Hasil karakterisasi terhadap sifat fisika kimia minyak dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Sifat	Nilai		
	Biodiesel	Minyak Jarak	Solar
Kinematik Viscosity (Cst) ( $40^{\circ}\text{C}$ )	5.3	4.84	5.2
Calorific value, LHV (MJ/Kg)	37-38	37-38	41
Bilangan Iod, mg/g	45-62	95-107	NA
Cetane Number	62	51	42

Tabel 2.1 Karakteristik Minyak Jarak

Sumber : Mardiah, et all, 2004

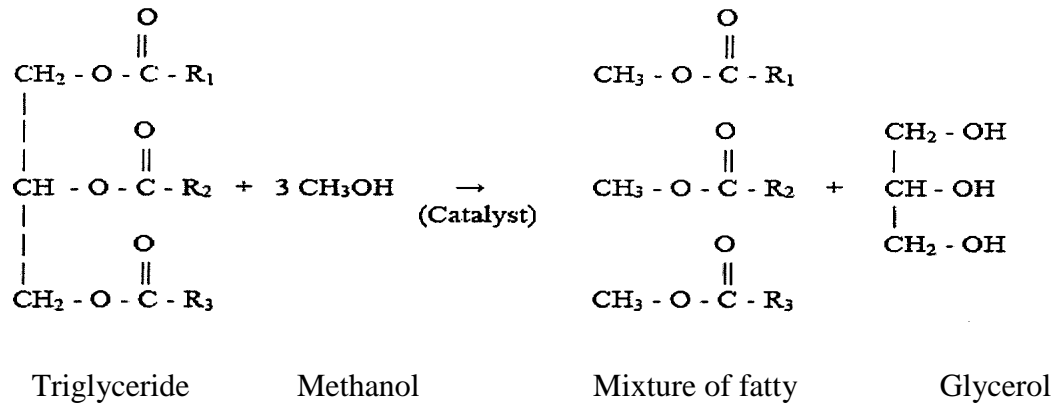
Minyak jarak didapatkan dari biji pohon jarak *Jatropha curcas L.*, yang termasuk famili *Euphorbiaceae*. Pohon jarak terdapat hampir di semua negara tropis dan sub tropis, Pohon jarak bervariasi dalam ukuran, bentuk dan warna, begitu pula dengan bijinya.

Minyak jarak digunakan sebagai bahan dasar industri, pelarut, pelumas, pewarna, resin, pemlastis (plasticizer), furnis, tinta, adesif, *laminating* dan pelapis.

Minyak jarak merupakan trigliserida dari berbagai asam lemak yang terdiri atas: 87% risinoleat, 7% oleat, 3% linoleat, 2% palmitat, 1% stearat, dan sejumlah kecil dihidroksistearat.

Pada proses mengubah minyak *Jatropha curcas L.* menjadi biodiesel, minyak *Jatropha curcas L.* mendapatkan perlakuan transesterifikasi yaitu suatu proses untuk mereaksikan molekul trigliserida yang terdapat pada minyak

*Jatropha curcas* L. dengan gugus alkohol seperti methanol/ethanol dengan bantuan katalis seperti NaOH, KOH (Waynick, 2005). Hasil dari reaksi transesterifikasi adalah metil/etil ester (biodiesel) dan gliserin (Van Gerpen, et al, 2004).



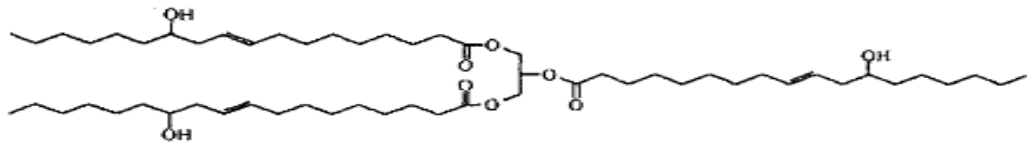
Gambar 2.4. Reaksi Transesterifikasi molekul minyak  
 Sumber: Pramanik, 2006

Asam resinoleat atau asam risinolein merupakan asam yang paling banyak terdapat dalam minyak jarak, mempunyai struktur molekul asam cis – 12 – hidroksioktadeka – 9 – enoat ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ), dengan satu gugus fungsi hidroksi.

Gugus ester, ikatan rangkap dan hidroksi dari minyak jarak dapat bereaksi menghasilkan bahan-bahan yang berguna. Struktur kimia minyak jarak serta gugus-gugus fungsinya dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Proses hidroksilasi bertujuan untuk menambah gugus hidroksi ke dalam molekul dengan cara memecah ikatan rangkap. Salah satu caranya adalah dengan proses oksidasi menggunakan oksidator dengan dan tanpa bantuan katalis. Sebelum dilakukan oksidasi terhadap ikatan rangkap, gugus hidroksi yang ada dalam minyak jarak harus diproteksi terlebih dahulu untuk mencegah reaksi samping yaitu teroksidasinya gugus hidroksi yang terkandung dalam minyak jarak.

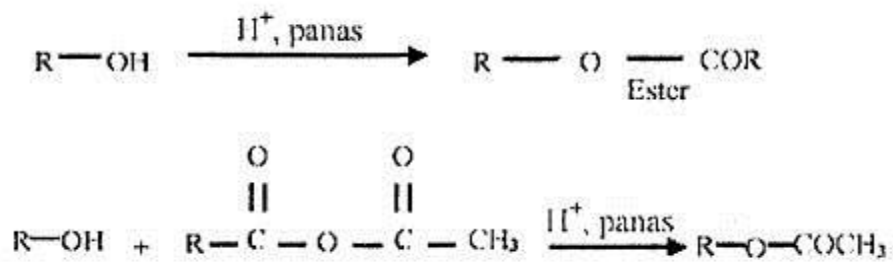




Gambar 2.5 Struktur minyak jarak serta gugus-gugus fungsinya.  
 Sumber : Marlina, et all. 2004

Proses proteksi gugus hidroksi (-OH) atau alkohol akan mengubah gugus -OH menjadi ester atau eter dengan menggunakan reagen spesifik.

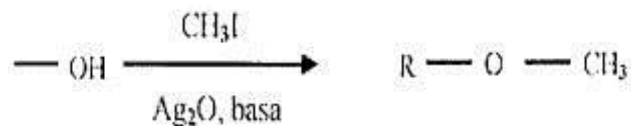
Ada beberapa metoda yang dapat dilakukan untuk memproteksi gugus -OH, satu diantaranya adalah dengan proses asetilasi, dimana gugus asetil dimasukkan ke gugus -OH untuk membentuk ester.



Gambar 2.6 : Gugus Hidroksi berubah menjadi ester  
 Sumber : Marlina, et a11.2004

a. Gugus Hidroksi Berubah Menjadi Eter (ROR)

Suatu alkohol dapat berubah menjadi ester dengan proses metilasi, contohnya:



Gambar 2.7 : Gugus hidroksi berubah menjadi eter  
 Sumber : Marlina, et all. 2004

L.S. Kiong dan John H.P.T memproteksi gugus hidroksi asam anakardat menggunakan metilsulfat dan benzen yang mengandung kalium karbonat pada

pembuatan urushiol, di mana gugus hidroksi dari asam diubah menjadi suatu eter. Gugus hidroksi dari ester atau eter yang terbentuk di atas dapat diperoleh kembali dengan menggunakan larutan asam atau basa. Kemudian pada tahun 2001 Demirtas I. melakukan proteksi terhadap gugus hidroksi dan sulfur menggunakan *trityls*.

Kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) dapat mengoksidasi alkena menghasilkan reaksi cis-hidroksilasi. Sementara 1,2 diol dapat dihasilkan dari reaksi trans-hidroksilasi suatu alkena dengan produk antara epoksida dengan menggunakan kloroform atau diklorometana sebagai pelarut.

Dengan adanya sisa FFA yang masih ada dalam minyak jarak dapat pula menjadi ester jika bereaksi dengan methanol. Produk minyak jarak harus dimurnikan dari produk samping, gliserin, sabun sisa methanol dan soda, sisa soda yang ada dalam biodiesel dapat menghidriolisa dan memecah biodiesel menjadi FFA yang kemudian terlarut dalam biodiesel itu sendiri.

Metil ester asam lemak memiliki rumus molekul  $\text{C}_{n-1}\text{H}_{2(n-r)-1}\text{CO}-\text{OCH}_3$  dengan nilai  $n$  yang umum adalah angka genap antara 8 sampai dengan 24 dan nilai  $r$  yang umum 0, 1, 2, atau 3. Beberapa metil ester asam lemak yang dikenal adalah :

1. Metil stearat,  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOCH}_3$  [n = 18 ; r = 0]
2. Metil palmitat,  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOCH}_3$  [n = 16 ; r = 0]
3. Metil laurat,  $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOCH}_3$  [n = 12 ; r = 0]
4. Metil oleat,  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOCH}_3$  [n = 18 ; r = 1]
5. Metil linoleat,  $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOCH}_3$  [n = 18 ; r = 2]
6. Metil linolenat,  $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOCH}_3$  [n = 18 ; r = 3]

Kelebihan metil ester asam lemak dibanding asam-asam lemak lainnya :

1. Ester dapat diproduksi pada suhu reaksi yang lebih rendah.
2. Gliserol yang dihasilkan dari metanolisis adalah bebas air.
3. Pemurnian metil ester lebih mudah dibanding dengan lemak lainnya karena titik didihnya lebih rendah.
4. Metil ester dapat diproses dalam peralatan karbon steel dengan biaya lebih rendah daripada asam lemak yang memerlukan peralatan stainless steel.

Metil ester asam lemak tak jenuh memiliki bilangan setana yang lebih kecil dibanding metil ester asam lemak jenuh ( $r = 0$ ). Meningkatnya jumlah ikatan rangkap suatu metil ester asam lemak akan menyebabkan penurunan bilangan setana. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa untuk komponen minyak jarak lebih dikehendaki metil ester asam lemak jenuh.

### **2.2.2 Pengaruh Gaya Gerak Listrik dinamik terhadap aliran bahan bakar**

Gaya Gerak Listrik dalam kelistrikan memiliki beberapa sebutan: gaya gerak listrik (ggl), potensial listrik, perbedaan potensial, tekanan listrik, dan tegangan (V). Gaya bertanggung jawab terhadap adanya peristiwa penarikan dan penolakan arus listrik melalui suatu rangkaian. Gaya tersebut merupakan hasil pemakaian suatu bentuk energi menjadi suatu medan elektrostatik. Medan Elektrostatik yaitu tekanan elektron yang mencoba mencapai muatan positif, atau bergerak dari suatu muatan yang sangat negatif ke muatan yang kurang positif ke muatan yang lebih positif.

Jika suatu bahan penghantar listrik di tempatkan diantara dua buah titik yang mempunyai tekanan listrik, maka arus akan mengalir. Satuan pengukuran

tekanan listrik atau ggl, adalah volt (V). Sebuah sel kering atau baterai untuk lampu senter menghasilkan sekitar 1.5 volt.

1 Volt didefinisikan sebagai tekanan yang diperlukan untuk memaksa arus sebesar 1 ampere melalui tahanan sebesar 1 ohm. (Ohm merupakan satuan pengukuran tahanan).

Selisih potensial/tegangan didefinisikan sebagai kerja per satuan muatan positif di alam menggerakkan sebuah muatan di antara dua titik di dalam medan tersebut. Secara matematis diberikan sebagai berikut.

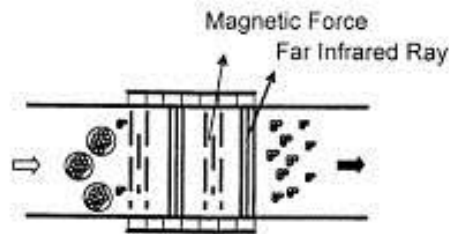
$$V = \frac{W}{Q} \text{ atau } W = QV \dots\dots\dots (2.3)$$

V adalah selisih potensial dalam volt dan W adalah kerja yang dilakukan di dalam mengangkut sebuah muatan Q di antara dua titik.

Dalam kehidupan sehari-hari timbulnya medan listrik selalu dibarengi timbulnya medan magnet. Penggunaannya medan magnet pada aliran bahan bakar adalah sebagai berikut :

1. Medan magnet membantu proses ionisasi didalam bahan bakar, ionisasi ini diperlukan agar bahan bakar dapat dengan mudah mengikat oksigen selama proses pembakaran. Jika proses ionisasi ini berjalan dengan baik maka konsumsi bahan bakar akan berkurang karena proses pembakaran lebih sempurna. Dalam proses ionisasi ini, akan menghasilkan terbentuknya molekul bahan bakar yang bermuatan positif sehingga pada saat pembakaran akan lebih cepat terjadinya proses pembakaran.
2. Medan magnet akan menimbulkan Gelombang Far Infrared, yang akan memperkuat ikatan-ikatan struktur mnlekul bahan bakar yang bermuatan positif akibat proses ionisasi dan memposisikan ikatan tersebut secara

beraturan. Hal ini menyebabkan mudahnya oksigen bereaksi dengan bahan bakar pada proses pembakaran.



Gambar 2.8 : Pengaruh medan magnet pada bahan bakar  
Sumber : Agung Sudrajad, 2006

### 2.2.3 Proses ionisasi dalam aliran bahan bakar minyak jarak

Minyak jarak merupakan trigliserida yang tersusun atas tiga unit asam lemak, yang berwujud cair pada suhu kamar ( $25^{\circ}\text{C}$ ) dan lebih banyak mengandung asam lemak tidak jenuh sehingga mudah mengalami oksidasi. Komposisi asam lemak minyak jarak adalah sebagai berikut :

No	Asam Lemak	Kandungan (%)
1	C14:0	1.72
2	C16:0	16.02
3	C18:0	10.21
4	C20:0	0.43
5	C18:1	38.54
6	C18:2	33.08

Tabel 2.2: Komposisi asam lemak minyak jarak

Dengan adanya proses ionisasi yang disebabkan oleh gaya gerak listrik ataupun medan magnet akan mendorong terjadinya proses ionisasi yang menyebabkan terbentuknya molekul bahan bakar yang bermuatan positif. Hal ini akan lebih mudah terjadinya proses pembakaran.

#### **2.2.4 Pengaruh Gelombang Far infrared akibat gaya gerak listrik dinamik**

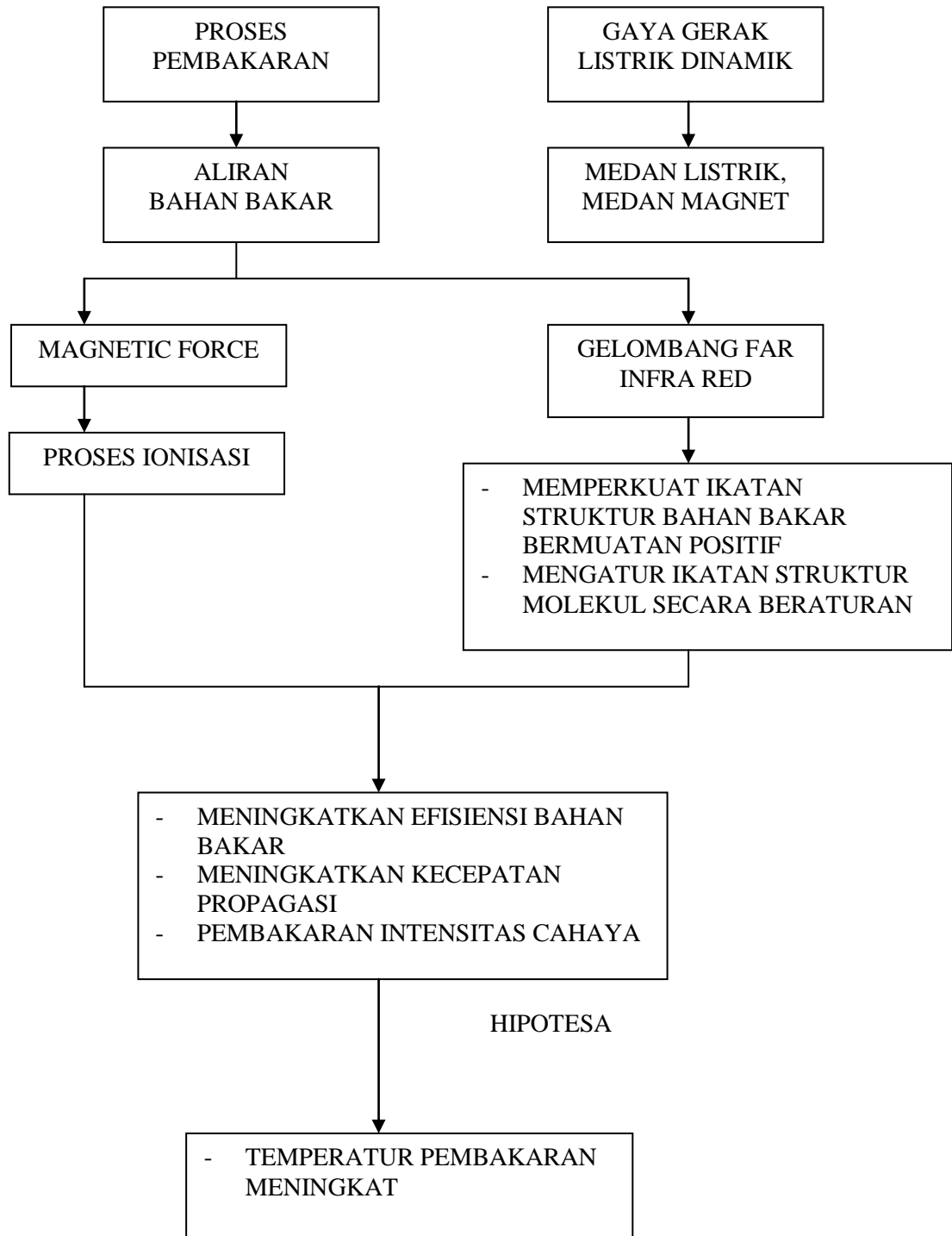
Akibat Medan magnet yang ditimbulkan oleh gaya gerak listrik akan menimbulkan Gelombang Far Infrared, yang akan memperkuat ikatan-ikatan struktur molekul bahan bakar yang bermuatan positif akibat proses ionisasi dan mengatur ikatan tersebut secara beraturan. Hal ini meningkatkan efisiensi akibat semakin mudahnya oksigen bereaksi dengan molekul bahan bakar yang lebih sederhana pada proses pembakaran.

#### **2.2.5 Pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperatur pembakaran**

Dengan adanya gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar akan mengakibatkan adanya proses ionisasi dan semakin kuatnya molekul sederhana hasil dari proses ionisasi. Hal ini akan menyebabkan efisiensi bahan bakar menjadi lebih bagus.

Semakin meningkatnya efisiensi pembakaran menyebabkan semakin sempurna-nya pembakaran sehingga temperatur pembakaran akan meningkat.

### 2.3 Kerangka Teoritis



Gambar 2.9. Kerangka Teoritis

Gaya gerak listrik akan menghasilkan medan listrik maupun medan magnet (Faraday), dalam aliran bahan bakar yang diberikan medan magnet akan mengalami proses ionisasi didalam bahan bakar, proses ionisasi yang terjadi menyebabkan terbentuknya molekul bahan bakar yang bermuatan positif sehingga pada saat pembakaran akan lebih cepat terjadinya proses pembakaran dan medan magnet akan menimbulkan gelombang Far Infrared, yang memperkuat ikatan-ikatan struktur molekul bahan bakar bermuatan positif akibat proses ionisasi dan mengatur ikatan tersebut secara beraturan (Agung Sudrajat, 2006). Dengan adanya proses tersebut maka semakin besarnya medan magnet akan menimbulkan :

- 1) Meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar (Agung sudrajat, 2006)
- 2) Kecepatan propagasi pembakaran meningkat (Ryu, 2006) & (Vladimir, et all., 2001)
- 3) Meningkatkan intensitas cahaya pembakaran, (Swaminathan, 2005)

## **2.4 Hipotesa**

Dari kerangka teoritis tersebut diatas, peneliti mengambil hipotesa bahwa semakin tingginya gaya gerak listrik (*voltage*) dinamik akan meningkatkan temperature pembakaran.



## **BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **3.1 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan diatas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

3. Untuk mengetahui pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar terhadap temperatur pembakaran.
4. Untuk mengetahui pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar terhadap intensitas cahaya pembakaran.

### **3.2 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

1. Para akademisi dan peneliti, sebagai sumbangan pemikiran untuk pengembangan ilmu pengetahuan khususnya tentang pengaruh gaya gerak listrik dinamik pada aliran bahan bakar terhadap temperatur pembakaran.
2. Dunia industri, sebagai informasi awal untuk penerapan lebih lanjut penggunaan gaya gerak listrik dinamik dalam proses pembakaran.

Masyarakat Umum, dapat memberikan solusi akan penggunaan gaya gerak listrik dinamik dalam proses pembakaran, khususnya dalam lingkup kehidupan sehari-hari.

## **BAB IV. METODE PENELITIAN**

### **4.1 Metode penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan cara penelitian eksperimental semu (*Quasi Experimental Research*) dengan model rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap satu arah dengan 1 kontrol perlakuan.

Dalam penelitian ini melibatkan satu variabel bebas berupa gaya gerak listrik, dengan satu kontrol perlakuan (tanpa gaya gerak listrik). Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh gaya gerak listrik terhadap temperatur pembakaran dengan bahan bakar minyak jarak.

### **4.2 Bahan yang digunakan**

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah minyak jarak dengan kondisi sudah di transesterifikasi (bio diesel).

### **4.3 Alat yang digunakan**

Peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam mempersiapkan penelitian ini adalah :

1. Tabung bahan bakar

Tabung bahan bakar berbahan besi dengan kapasitas 5 liter bahan bakar

2. Kompor bertekanan dengan nozel dengan diameter 0.1 mm

3. Pengukur temperatur

Menggunakan pengukuran temperatur (termokople type K) sistem ADC berbasis mikrocontroller ATmega 16 dengan jarak 1 cm dari ujung nozle.

4. Pengukur intensitas cahaya  
Menggunakan sensor LDR sistem ADC berbasis mikrocontroller ATmega 16 dengan jarak 5 cm tegak lurus terhadap api pembakaran.
5. Kompresor untuk menghasilkan tekanan 0,4 Bar
6. Flip flop
7. Kumparan (lilitan kawat tembaga dengan jumlah lilitan 880 dan diameter kumparan 15 mm, diameter kawat tembaga 1 mm)
8. Pemantik api
9. Adaptor 5A
10. Manometer sebagai alat ukur tekanan bahan bakar

#### **4.4 Tempat Penelitian**

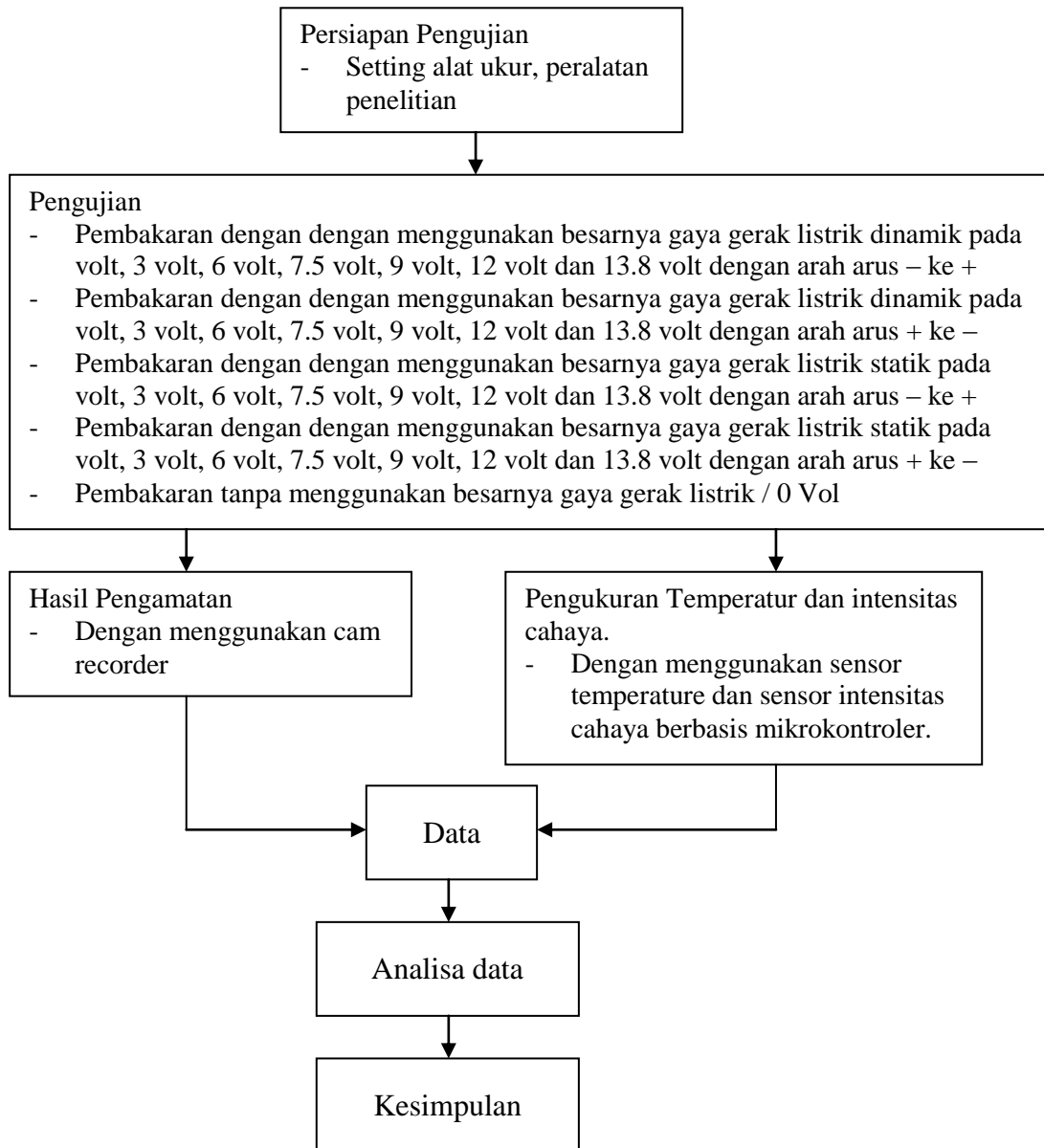
Secara umum penelitian akan dilakukan di workshop Delta Indo Machine, Jl. Kanjuruhan Asri No. 31 - Malang.

#### **4.5 Variabel Penelitian**

Ada dua variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Variabel bebas, yaitu :
  - Besarnya gaya gerak listrik dinamik dan statik yakni pada 0 volt, 3 volt, 6 volt, 7.5 volt , 9 volt, 12 volt dan 13.8 volt.
2. Variabel terikat, yaitu :
  - Temperatur pembakaran
  - Intensitas cahaya pembakaran
  - Hasil Pengamatan pembakaran

#### 4.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4.1 : Diagram Alir Penelitian

## **4.7 Prosedur Pengujian**

Prosedur pengujian temperatur pembakaran sebagai berikut :

1. Nyalakan PC komputer dan jalankan program pengukuran temperatur dan intensitas cahaya yang sudah dikalibrasi.
2. Setting timer yang digunakan pada kondisi awal (No1).
3. Nyalakan camrecorder untuk mengamati proses pembakaran.
4. Nyalakan api pembakaran dan simpan hasilnya dalam file data hasil pengujian.
5. Penelitian dilakukan pada kondisi isobarik (tekanan 0.4 Bar) dengan menggunakan variabel bebasnya gaya gerak listrik (voltage) : 3 volt; 6 volt; 7.5 volt; 9 volt; 12 volt, 13.8 volt dan tanpa gaya gerak listrik sebagai referensi.
6. Ekstrak hasil pengamatan untuk setiap 200 ms sebanyak 30 data. Dan untuk data pengukuran temperatur dan intensitas cahaya di ambil 30 data yang pengambilan datanya bersamaan waktunya dengan waktu pengambilan data camrecorder.

## **4.8 Analisa statistik**

### **4.8.1 Analisa Varian**

Dari analisa varian satu arah ini akan diketahui ada tidaknya pengaruh gaya gerak listrik dinamik yang besarnya 3 volt, 6 volt, 7,5 volt, 9 volt, 12 volt dan 13,8 volt terhadap temperatur pembakaran untuk minyak jarak (biodiesel). Dan untuk mengetahui adanya pengaruh ini, maka gaya gerak listrik dinamik dibandingkan dengan yang tanpa adanya gaya gerak listrik dinamik (0 volt) terhadap temperatur pembakaran.

Temperatur rata-rata dari bahan bakar yang di beri gaya gerak listrik dinamik dan statik dianggap  $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5, \mu_6$ , sedang temperatur rata-rata yang tanpa gaya gerak listrik dianggap  $\mu_0$  sebagai kontrol, maka hipotesis penelitian ini bisa ditulis sebagai berikut :

$$H_o; \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 \text{ (tidak ada perbedaan)}$$

$$H_o; \mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \text{ (ada perbedaan)}$$

Semua kondisi perlakuan dianggap sama, sehingga perhitungan analisa variannya dengan k perlakuan + 1 kontrol.

Pengamatan ditabelkan sebagai berikut :

Perlakuan	Gaya Gerak Listrik (Volt)						
	I	II	III	IV	V	VI	J
Pengamatan	$Y_{11}$	$Y_{12}$	$Y_{13}$	$Y_{14}$	$Y_{15}$	$Y_{16}$	$Y_{1J}$
	$Y_{21}$	$Y_{22}$	$Y_{23}$	$Y_{24}$	$Y_{25}$	$Y_{16}$	$Y_{2J}$
	$Y_{31}$	$Y_{32}$	$Y_{33}$	$Y_{34}$	$Y_{35}$	$Y_{36}$	$Y_{3J}$
	$Y_{41}$	$Y_{42}$	$Y_{43}$	$Y_{44}$	$Y_{45}$	$Y_{46}$	$Y_{4J}$
	$Y_{51}$	$Y_{52}$	$Y_{53}$	$Y_{54}$	$Y_{55}$	$Y_{56}$	$Y_{5J}$
	$Y_{n1}$	$Y_{n2}$	$Y_{n3}$	$Y_{n4}$	$Y_{n5}$	$Y_{n6}$	$Y_{nJ}$
Jumlah	$\sum Y_{11}$	$\sum Y_{12}$	$\sum Y_{13}$	$\sum Y_{14}$	$\sum Y_{15}$	$\sum Y_{16}$	$\sum Y_{17}$
Nilai rata-rata	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$Y_6$	$Y_J$

Berdasarkan data-data yang ditabelkan dapat dihitung ;

Nilai rata-rata sampel dari perlakuan ke 1

$$Y_i = \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{n_i} Y_{it}$$

Rata-rata berdasarkan pengamatan seluruh sampel.

$$Y_i = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^k Y_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i Y_i$$

$$\text{Dengan } n = \sum_{i=1}^k n_i$$

Jumlah kuadrat galat dalam populasi

$$JKG = \sum (Y_{it} - Y_i)^2$$

Harga jumlah kuadrat perlakuan antara populasi

$$JKP = \sum_{i=1}^k n_i (Y_{it} - Y)^2$$

$$\text{Harga } F_{hitung} = \frac{JKP / (k - 1)}{JKG / (n - k)}$$

Untuk uji analisis varian kita buat tabel analisis varian satu arah sebagai berikut :

Sumber Varian	db	JK	KT	$F_{hitung}$
Perlakuan	K-1	$JKP = \sum Y_1^2 - Fk$	$KTP = \frac{JKP}{k - 1}$	$F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$
Galat	n-k	$JKP = JKT - JKP$	$KTP = \frac{JKG}{n - k}$	
Total	n-1	$JKP = \sum Y_1^2 - Fk$		

Kemudian dihitung nilai kritis  $d_{hitung}$

$$d_{hitung} = \frac{Y_i - Y_0}{\sqrt{(2s^2 / n)}}$$

Dengan ,  $Y_i$  = Nilai rata-rata dari perlakuan ke 1

$Y_0$  = Nilai rata-rata kontrol

$s^2$  = Kuadrat tengah galat

n = Jumlah pengamatan tiap kelompok

Pengujian adanya pengaruh tidaknya perlakuan adalah dengan cara membandingkan  $d_{hitung}$  dengan  $d_{tabel}$  yang taraf keberartiannya, maka :

1. Jika  $|d_{hitung}| > d_{(a/2; k; db)}$  berarti  $H_0$  ditolak, ini menyatakan bahwa ada perbedaan yang berarti antara perlakuan ke 1 dengan kontrol rata-rata.

2. Jika  $|d_{hitung}| > d_{(a/2;k;db)}$  berarti  $H_0$  diterima, ini menyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang berarti antara perlakuan ke 1 dengan kontrol rata-rata.

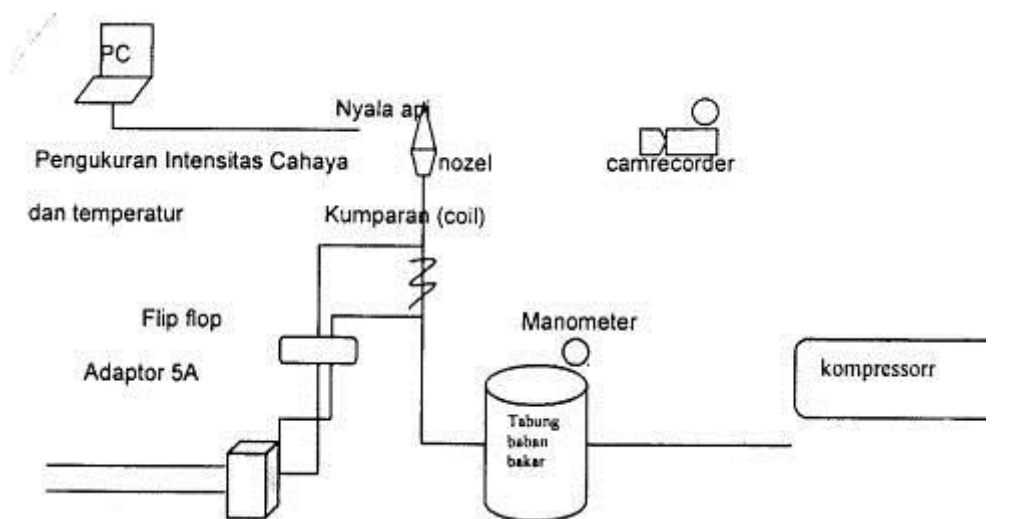
Untuk membandingkan ukuran variasi pada masing-masing perlakuan menggunakan koefisien variasi (KV) yang dinyatakan dalam persen, yang dinyatakan secara matematika sebagai berikut :

$$KV = \frac{\text{Simpangan Baku}}{\text{Rata - rata}} \times 100\%$$

#### 4.8.2 Analisa regresi

Analisa regresi merupakan teknik statistik yang berguna untuk meramalkan/ menafsirkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat dari data yang ada.

#### 4.9 Rancangan alat Penelitian



Gambar 4.2 : Rancangan Alat Penelitian



## **BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1. Data Hasil Penelitian**

Data hasil penelitian dipaparkan berdasarkan variabel bebasnya gaya gerak listrik (Volt) dan variabel terikatnya adalah temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan intensitas cahaya (Lumen)

### **4.2. Data penelitian**

#### **4.2.1 Pembakaran tanpa gaya gerak listrik**

Pembakaran tanpa menggunakan gaya gerak listrik menunjukkan api menyala stabil dan tidak terjadi fluktuasi nyala api. Hal ini terjadi karena tidak adanya pengaruh luar yang mempengaruhi proses pembakaran.

#### **4.2.2 Pembakaran dengan ggl dinamik arah arus negatif ke positif**

Hasil proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 3 volt arah arus negatif ke positif menunjukkan api berfluktuasi lemah dan pada saat temperatur bawah tanpak bulat. Hal ini terjadi karena pengaruh arah arus ggl dinamik dengan arah arus negatif ke positif dan periode ggl dinamik 1800 ms sehingga fluktuasi api terlihat masih jarang.

Akibat gaya gerak listrik 6 volt dengan arah arus negatif ke positif menghasilkan nyala api bentuk nyala api cenderung mengembang ke arah kanan dan lebih besar dibandingkan pada penggunaan ggl dinamik 3 volt. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet yang masih lemah dan terputus-putus dengan periode 1400 ms sehingga fluktuasi api terlihat masih jarang. Dibandingkan dengan ggl 3 volt, fluktuasi nyala api terlihat masih jarang. Dibandingkan dengan ggl 3 volt, fluktuasi nyata api terlihat lebih sering.

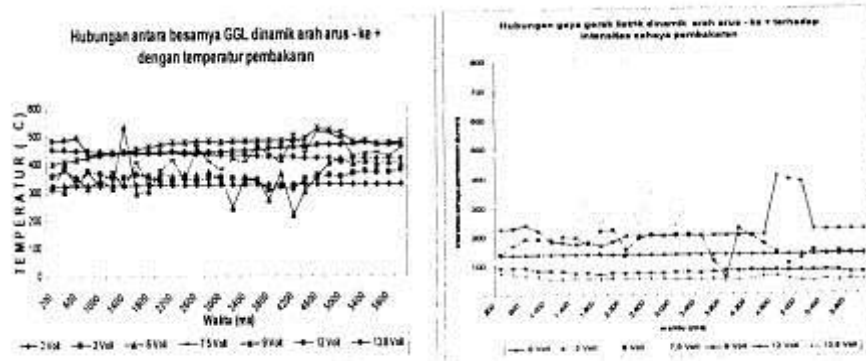
Pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 7.5 volt menunjukkan terjadinya nyala api lebih kuat, hal ini disebabkan medan magnet yang lebih kuat dibandingkan dengan penggunaan ggl dinamik 3 volt maupun 6 volt. Gaya gerak listrik dinamik 7.5 volt yang terputus-putus menghasilkan medan magnet yang lebih kuat dan berfluktuasi sehingga terjadi proses ionisasi bahan bakar secara acak. Periode gaya gerak listrik dinamik ini 1200 ms menyebabkan terjadinya fluktuasi api terlihat lebih sering dibandingkan ggl 3 volt maupun 6 volt.

Pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 9 volt menghasilkan medan magnet yang kuat yang terputus-putus yang menyebabkan menyebabkan proses ionisasi bahan bakar yang kuat dan acak. Hal ini mengakibatkan nyala api berdenyut kuat. Periode gaya gerak listrik dinamik ini 800 ms menyebabkan terjadinya fluktuasi api terlihat lebih sering dibandingkan ggl 3 volt, 6 volt maupun 7.5 volt.

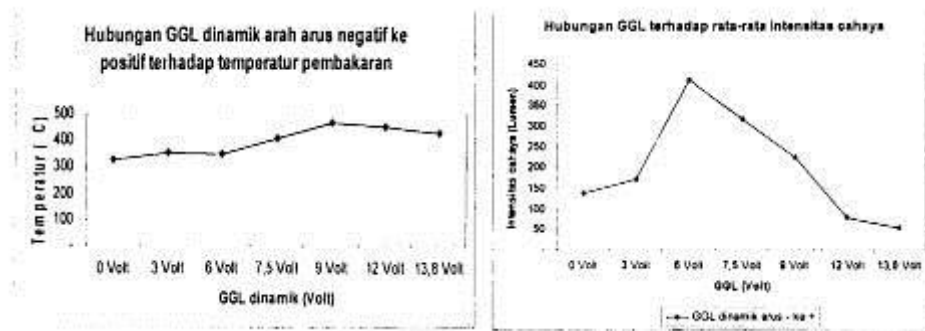
Pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 12 volt menghasilkan medan magnet yang lebih kuat sehingga proses ionisasi menjadi kuat dan acak. Hal ini mengakibatkan nyala api berdenyut kuat, nyala api mendekati api biru. Dan periode gaya gerak listrik dinamik ini 400 ms menyebabkan frekuensi nyala api sering.

Pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 13.8 volt menghasilkan medan magnet yang kuat dan terputus-putus yang menyebabkan proses ionisasi yang sangat kuat dan acak sehingga nyala api pembakaran menjadi api biru dan berdenyut. Periode gaya gerak listrik dinamiknya 200 ms yang menyebabkan perubahan naik turunnya nyala api menjadi lebih sering.

Data hasil pengukuran temperatur dan intensitas cahaya adalah sebagai berikut:



Gambar 5.1 : Hubungan antara besarnya GGL dinamik arah arus negatif ke positif dengan temperatur pembakaran dan intensitas cahaya pembakaran



Gambar 5.2 : Hubungan antara besarnya GGL dinamik arah arus negatif ke positif dengan rata-rata temperatur pembakaran dan rata-rata intensitas cahaya pembakaran

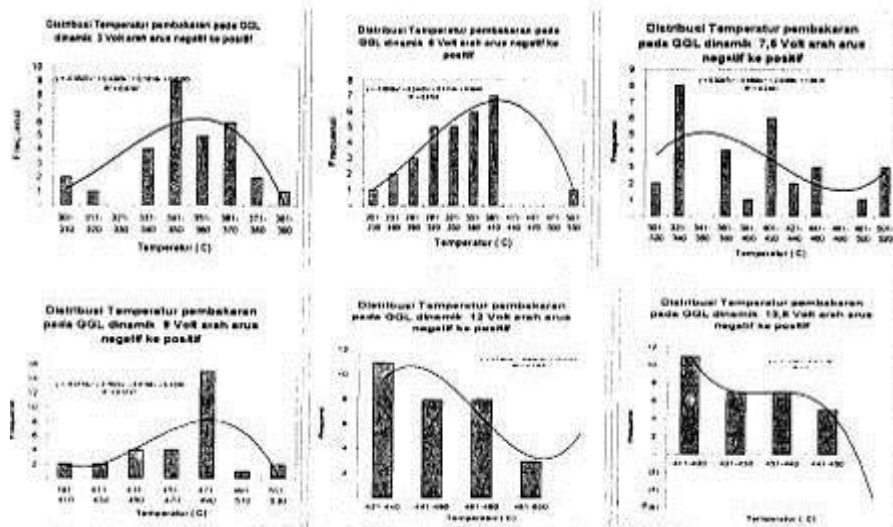
Dari data penelitian untuk pembakaran tanpa menggunakan gaya gerak listrik didapatkan temperatur pembakaran yang bawah dan relatif stabil pada 325°C dan intensitas cahaya pembakaran 138 Lumen.

Dari gambar 5.1 dapat diketahui temperatur pembakaran dan intensitas cahaya akibat gaya gerak listrik dinamik mempunyai kecenderungan mempunyai fluktuasi temperatur dan intensitas cahaya yang relatif besar. Hal ini diakibatkan

karena adanya aliran gaya gerak listrik yang terputus-putus, pada saat gaya gerak listrik mengalir mengakibatkan terjadinya kenaikan temperatur yang relatif tinggi sedangkan pada saat gaya gerak listriknya terputus menyebabkan temperaturnya langsung menurun. Adanya gaya gerak listrik dinamik akan menimbulkan medan magnet yang terputus-putus pula pada aliran bahan bakar sehingga terjadi proses ionisasi dalam bahan bakar menjadi acak. Proses ionisasi yang acak akan menjadikan proses pembakaran menjadi berfluktuasi, pembakaran yang berfluktuasi inilah yang menyebabkan temperatur dan intensitas hasil pembakaran mempunyai fluktuasi yang relatif besar.

Dari gambar 5.2 dapat diketahui bahwa temperatur pembakaran meningkat dengan meningkatnya gaya gerak listrik dinamik yang digunakan, tetapi untuk intensitas cahaya terjadi peningkatan hingga pada kondisi 6 volt kemudian rata-rata intensitas cahaya menurun dengan peningkatan gaya gerak listrik dinamik. Dengan peningkatan gaya gerak listrik dinamik akan meningkat pula medan magnet pada aliran bahan bakar yang menyebabkan proses ionisasi menjadi lebih baik sehingga proses pembakaran menjadi lebih sempurna, pada pembakaran yang lebih sempurna akan menghasilkan temperatur pembakaran yang lebih tinggi dan menjadikan api menjadi api biru. Api merah mempunyai nilai intensitas cahaya yang lebih besar dibandingkan dengan api biru. Dari hasil pembakaran, api merah meningkat dari 0 Volt hingga 6 Volt kemudian pada 7.5 volt ke atas mulai timbul secara berangsur-angsur api biru sehingga intensitas cahayanya mulai menurun..

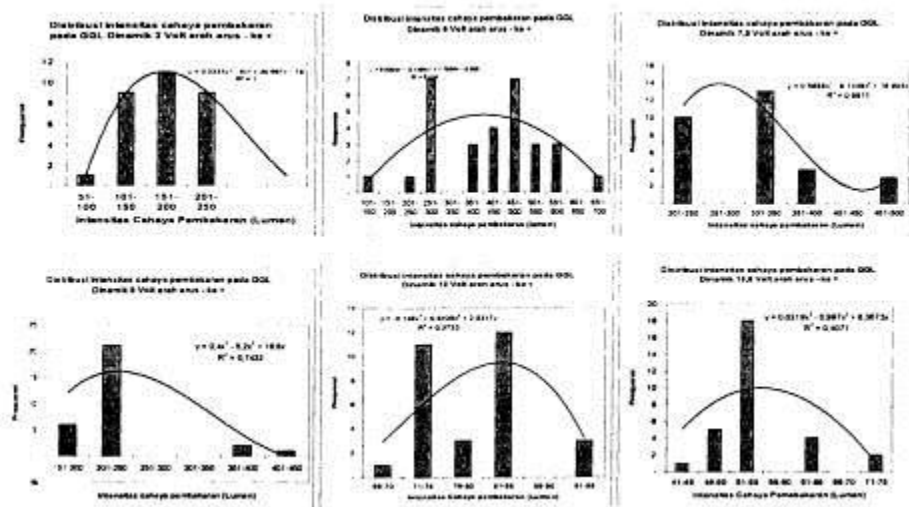
Distribusi temperatur dengan penggunaan ggl dinamik arah arus negatif ke positif adalah sebagai berikut :



Gambar 5.3 : Distribusi temperatur pembakaran pada GGL dinamik dari 3 volt hingga 13.8 Volt arah arus negatif ke positif

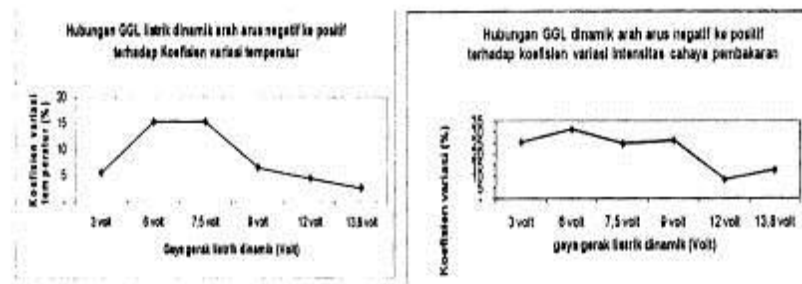
Dari gambar 5.3, menunjukkan bahwa temperatur pembakaran dengan penggunaan ggl dinamik 3 volt arah arus negatif ke positif cenderung redup nyala apinya jarang, hal ini dapat diketahui dari frekuensi pada temperatur bawahnya yang relatif kecil. Sedangkan penggunaan ggl dinamik 6 voltnya tampak nyala api pada posisi temperatur tingginya sangat jarang dan sebagiari besar pada posisi nyala api sedang. Dan untuk penggunaan ggi 7,5 voltnya tampak temperaturnya menyebar kadang ke temperatur tinggi kadang ke temperatur bawah, hal ini yang menyebabkan nyala api berfluktuasi besar. Untuk penggunaan ggl 9 voltnya terlihat fluktuasi temperatur yang cukup besar dengan frekuensi temperatur terbanyaknya di temperatur sedang pada penggunaan ggl dinamik 12 volt dan volt 13.8 volt menunjukkan sebagian besar temperatur berada pada temperatur bawah, hal ini menggambarkan bahwa temperatur didominasi oleh temperatur bawah.

Distribusi intensitas cahaya dengan penggunaan ggl dinamik arah arus negatif ke positif adalah sebagai berikut :



Gambar 5.4. : Distribusi intensitas cahaya pembakaran pada GGL dinamik dari 3 volt hingga 13.8 volt arah arus negatif ke positif

Dari gambar 5.4., menunjukkan bahwa intensitas cahaya pembakaran dengan penggunaan ggl dinamik 3 volt arah arus negatif ke positif cenderung berfluktuasi bawah dan kadang-kadang turun pada temperatur bawah. Untuk penggunaan ggl dinamik 6 volt penyebaran intensitas cahaya yang merata. Untuk penggunaan ggl dinamik 7.5 volt menimbulkan perbedaan intensitas cahaya yang range nya terlalu besar sehingga tampak terjadi fluktuasi intensitas cahaya yang besar. Pada penggunaan ggl dinamik 9 volt juga menimbulkan fluktuasi Intensitas cahaya yang mempunyai range besar sehingga terjadi fluktuasi intensitas cahaya yang besar (hal ini terlihat seperti denyutan nyala api). Untuk penggunaan ggl dinamik 12 volt terjadi fluktuasi yang berimbang ke temperatur tinggi maupun yang bawah. Pada penggunaan ggl dinamik 13.8 volt menunjukkan adanya distribusi intensitas cahaya yang besar pada range tertentu dan terjadi fluktuasi yang ke intensitas cahaya bawah maupun intensitas cahaya tinggi.



Gambar 5.5 : Hubungan gaya gerak listrik dinamik arah arus negatif ke positif dengan koefisien variasi temperatur dan Intensitas cahaya

Dari gambar 5.5 dapat diketahui bahwa koefisien variasi temperatur-temperatur tinggi pada penggunaan gaya gerak listrik dinamik 6 volt dan 7.5 volt. Hal ini dikarenakan penggunaan gaya gerak listrik dinamik yang menyebabkan fluktuasi yang besar terutama untuk gaya gerak listrik 6 volt dan 7.5 volt.

#### 4.2.3 Pembakaran dengan ggl dinamik arah arus positif ke negatif

Hasil proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 3 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api masih api merah dan tumpul ramping: Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik dinamik 3 volt yang terputus-putus dengan periode 1800 ms menyebabkan api berfluktuasi lemah dan jarang.

Hasil proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 6 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api masih api merah dan tumpul ramping. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah, dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik dinamik 6 volt yang terputus-putus dengan periode 1400ms menyebabkan api berfluktuasi lemah dan jarang.

Hasil proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 7.5 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api bercampur antara api merah dan api biru yang kadangkala terjadi fluktuasi api yang besar. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnetnya kuat yang terputus-putus dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik dinamik 7.5 volt yang terputus-putus dengan periode 1200 ms menyebabkan api berfluktuasi yang masih jarang.

Hasil proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 9 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api bercampur antara api merah dan api biru yang kadangkala terjadi fluktuasi api yang sedang. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnetnya kuat yang terputus-putus dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik dinamik 9 volt yang terputus-putus dengan periode 800ms menyebabkan api berfluktuasi yang lebih sering dibandingkan dengan penggunaan ggl dinamik 3 volt, 6 volt dan 7.5 volt.

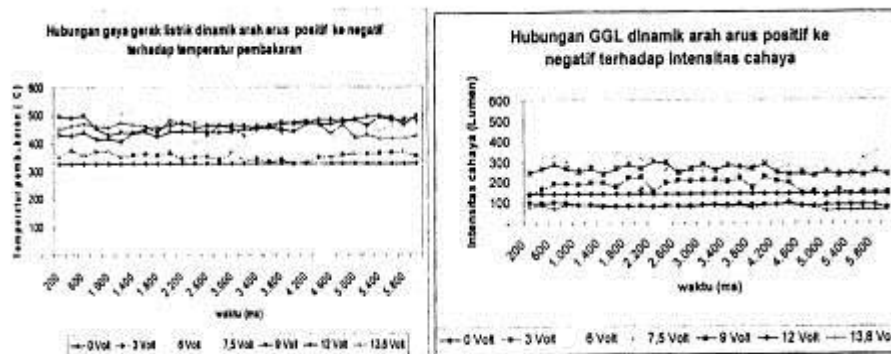
Hasil proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 12 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api yang mulai api biru yang berfluktuasi naik turun. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnetnya kuat yang terputus-putus dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik dinamik 12 volt yang terputus-putus dengan periode 400 ms menyebabkan api berfluktuasi yang lebih sering dibandingkan dengan penggunaan ggl dinamik 3 volt, 6 volt, 7.5 volt dan 9 volt..

Hasil proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 13.8 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api yang mulai api biru yang berfluktuasi naik turun. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnetnya kuat yang terputus-putus dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik

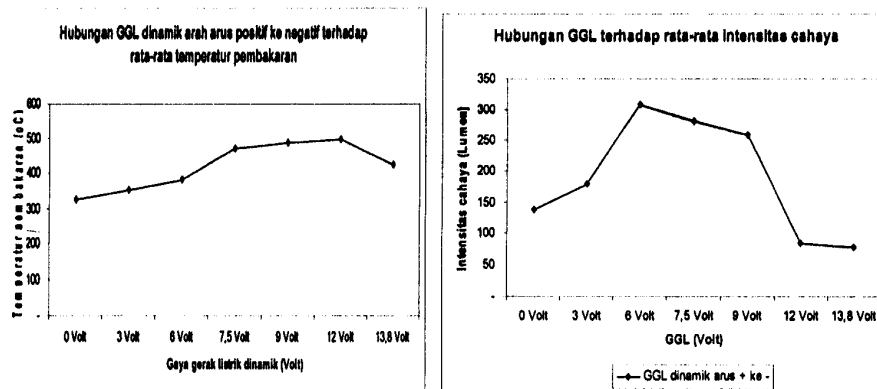


dinamik 13.8 volt yang terputus-putus dengan periode 200 ms menyebabkan api berfluktuasi yang lebih sering dibandingkan dengan penggunaan ggl dinamik 3 volt, 6 volt, 7.5 volt, 9 volt dan 12 volt.

Data temperatur dan intensitas cahaya penggunaan ggl dinamik arah arus positif ke negatif adalah sebagai berikut :



Gambar 5.6 : Hubungan antara besarnya GGL dinamik arah arus positif ke negatif dengan temperatur pembakaran dan intensitas cahaya pembakaran



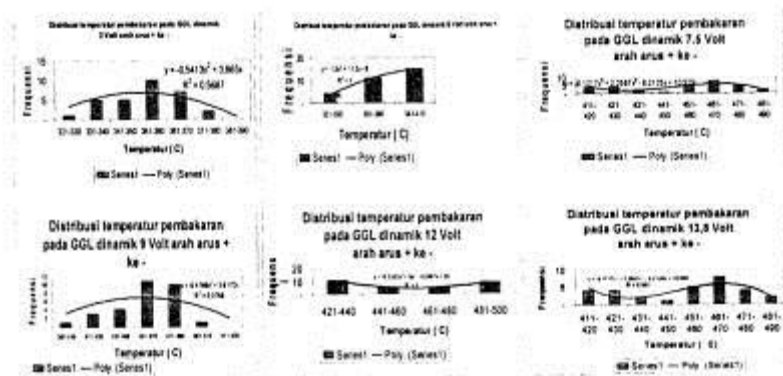
Gambar 5.7 : Hubungan antara besarnya GGL dinamik arah arus positif ke negatif dengan rata-rata temperatur pembakaran dan rata-rata intensitas cahaya pembakaran.

Dari gambar 5.6 dapat diketahui fluktuasi temperatur pembakaran dan intensitas cahaya akibat gaya gerak listrik dinamik mempunyai kecenderungan berfluktuasi relatif besar. Hal ini diakibatkan karena adanya aliran gaya gerak

listrik yang terputus-putus, gaya gerak listrik yang terputus-putus mengakibatkan terjadinya medan magnet yang terputus-putus pula sehingga kenaikan temperatur juga berfluktuasi. Ini yang mengakibatkan range temperatur yang tinggi, demikian pula yang terjadi pada intensitas cahaya pembakaran.

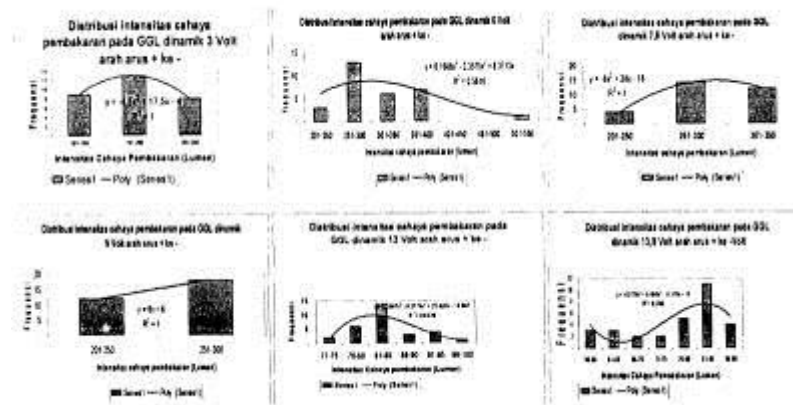
Dari gambar 5.7 temperatur pembakaran meningkat dengan sebanding dengan gaya gerak listrik dinamik yang diberikan sampai dengan gaya gerak listrik 12 volt dan temperatur menurun pada 13.8 volt, ini disebabkan temperatur mencapai optimal pada 12 volt dan setelah itu temperatur menurun, tetapi untuk intensitas cahaya terjadi peningkatan hingga pada kondisi 6 volt kemudian rata-rata intensitas cahaya menurun dengan peningkatan gaya gerak listrik dinamik. Ini disebabkan intensitas cahaya merah meningkat hingga 6 volt kemudian sedikit demi sedikit digantikan oleh intensitas cahaya biru. Hal ini menunjukkan dengan peningkatan gaya gerak listrik dinamik akan meningkat pula medan magnet pada aliran bahan bakar yang menyebabkan proses ionisasi menjadi lebih baik sehingga proses pembakaran menjadi lebih sempurna, pada pembakaran yang lebih sempurna akan menghasilkan temperatur pembakaran yang lebih tinggi dan menjadikan api menjadi api biru.

Distribusi temperatur dan intensitas cahaya dengan penggunaan ggl dinamik arah arus negatif ke positif adalah sebagai berikut :



Gambar 5.8 : Distribusi temperatur pembakaran pada GGL dinamik dari 3 volt hingga 13.8 Volt arah arus positif ke negatif

Dari gambar 5.8, menunjukkan bahwa temperatur pembakaran dengan penggunaan ggl dinamik 3 volt arah arus positif ke negatif cenderung menyebar secara merata dengan fluktuasi temperatur yang cenderung ke arah temperatur sedang. Hal ini dapat diketahui dari frekuensi pada temperatur bawahnya yang relatif kecil. Sedangkan penggunaan ggl dinamik 6 voltnya tampak sebagian besar posisi temperatur pada temperatur tinggi. Dan untuk penggunaan ggl 7.5 voltnya tampak temperturnya menyebar kadang ke temperatur tinggi kadang ke temperatur bawah, hal ini yang menyebabkan nyala api berfluktuasi. Untuk penggunaan ggl 9 voltnya terlihat fluktuasi temperatur yang cukup besar dengan frekuensi temperatur terbanyaknya di temperatur sedang. Pada penggunaan ggl dinamik 12 volt tampak bahwa temperatur seimbang antara temperatur bawah maupun temperatur tinggi. Untuk ggl dinamik 13.8 volt menunjukkan distribusi temperatur yang menyebar dan cenderung ke temperatur tinggi.



Gambar 5.9 : Distribusi intensitas cahaya pembakaran pada GGL dinamik dari 3 volt hingga 13.8 volt arah arus positif ke negatif

Dari gambar 5.9, menunjukkan bahwa intensitas cahaya pembakaran dengan penggunaan ggl dinamik 3 volt arah arus negatif ke positif cenderung berfluktuasi rendah dan seimbang antara frekuensi intensitas cahaya atas dengan intensitas cahaya bawah. Untuk penggunaan ggl dinamik 6 volt penyebaran intensitas cahaya sebagian besar berada pada intensitas cahaya bawah. Untuk penggunaan ggl dinamik 7.5 volt menimbulkan sebagian besar intensitas cahaya berada pada intensitas cahaya sedang yang kemudian dilanjutkan dengan intensitas cahaya tinggi sehingga sering terjadi letupan pembakaran yang besar. Pada penggunaan ggl dinamik 9 volt juga sebagian besar intensitas cahaya berada pada intensitas cahaya tinggi sehingga cahaya terlihat terang. Untuk penggunaan ggl dinamik 12 volt dan 13.8 volt terjadi penyebaran intensitas cahaya yang berimbang dari intensitas cahaya bawah dan tinggi.

Terjadinya fluktuasi temperatur yang besar pada GGL 7.5 Volt, hal ini disebabkan oleh penggunaan ggl yang terputus-putus hingga mengakibatkan pembakaran berfluktuasi keras sehingga range temperatur menjadi besar dan intensitas cahaya pembakaran mengalami fluktuasi yang besar dari ggl 3 volt hingga 9 volt dan mengalami penurunan pada ggl 12 volt ini.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 3 volt arah arus negative ke positif menunjukkan nyala api masih api merah dan bulat. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari negative ke positif. Gaya gerak listrik statik 3 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 6 volt yang arah arus negative ke positif menunjukkan nyala api masih merah dan bulat membesar. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus negatif ke positif. Gaya gerak listrik static 6 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil dan besar.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 7.5 volt arah arus negative ke positif menunjukkan nyala api masih api merah dan bulat membesar. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari negative ke positif. Gaya gerak listrik statik 7.5 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil dan besar.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 9 volt arah arus negative ke positif menunjukkan nyala api masih api merah dan bulat membesar. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari negative ke positif. Gaya gerak listrik static 9 volt yang kontinyu

menyebabkan api terlihat stabil dan besar.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 12 volt arah arus negative ke positif menunjukkan nyala api biru. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet ggl statik 12 dan arah arus dari negative ke positif. Gaya gerak listrik statik 12 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 13.8 volt arah arus negative ke positif menunjukkan nyala api biru. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet ggl statik 13.8 dan arah arus dari negative ke positif. Gaya gerak listrik statik 13.8 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil.

Temperatur akan meningkat dengan meningkatnya penggunaan gaya gerak listrik statik dan intensitas cahaya meningkat hingga 6 volt kemudian menurun. Penggunaan gaya gerak listrik statik akan membangkitkan medan magnet pada aliran bahan bakar yang memudahkan terjadinya proses ionisasi sehingga pembakaran menjadi lebih baik. Intensitas cahaya api merah meningkat hingga 6 volt kemudia berangsur-angsur menurun dan kemudian timbul intensitas cahaya api biru.

Dalam hal ini temperatur pembakaran dengan penggunaan ggl static 3 volt arah arus negatif ke positif cenderung di temperatur bawah. Hal ini dapat diketahui dari frekuensi pada temperatur bawahnya yang relatif besar. Sedangkan penggunaan ggl dinamik 6 voltnya tampak sebagian besar pada temperatur tinggi. Dan untuk penggunaan ggl 7.5 voltnya tampak sebagian besar pada temperatur tinggi. Untuk penggunaan ggl 9 voltnya terlihat sebagian besar pada temperatur bawah sedang. Pada penggunaan ggl dinamik 12 volt tampak sebagian besar pada

temperatur bawah. Untuk ggl dinamik 13.8 volt menunjukkan distribusi temperatur yang menyebar dan cenderung ke temperatur bawah.

Intensitas cahaya pembakaran dengan penggunaan ggl statik 3 volt ah arus negatif ke positif cenderung di intensitas cahaya sedang. Hal ini dapat diketahui dari frekuensi pada intensitas cahaya sedang yang relatif besar. Sedangkan penggunaan ggl dinamik 6 voltnya tampak sebagian besar pada intensitas cahaya tinggi dan untuk penggunaan ggl 7.5 voltnya tampak sebagian besar pada intensitas cahaya bawah. Untuk penggunaan ggl 9 voltnya terlihat sebagian besar pada intensitas cahaya sedang, sedangkan pada penggunaan ggl dinamik 12 volt tampak menyebar. Untuk ggl dinamik 13.8 volt menunjukkan distribusi intensitas cahaya yang menyebar dan cenderung ke intensitas cahaya bawah.

Penggunaan gaya gerak listrik statik arah arus negative ke positif mempunyai fluktuasi temperature yang bawah dan relatif stabil, hal ini terjadi karena penggunaan gaya gerak listrik statik menghasilkan medan magnet yang relative konstan sehingga temperatur pembakaran yang dihasilkan mempunyai fluktuasi yang bawah dan relative stabil.

Intensitas cahaya pembakaran mengalami fluktuasi yang besar dikarenakan sebagian besar frekuensi intensitas cahaya pembakaran di atas rata-ratanya sehingga koefisien fariasinya besar.

#### **4.2.4 Pembakaran dengan GGL statik arah arus positif ke negative**

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 3 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api masih merah dan ramping. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik statik 3 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat

stabil.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 6 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api masih merah dan mulai bercampur dengan api biru. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik statik 6 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 7.5 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api biru dengan sedikit api merah. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik statik 7.5 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 9 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api merah dengan sedikit api biru. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik statik 9 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil.

Proses pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 12 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api biru. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik statik 12 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil.

Pembakaran dengan menggunakan gaya gerak listrik statik 13.8 volt arah arus positif ke negatif menunjukkan nyala api biru. Hal ini terjadi karena pengaruh medan magnet masih lemah dan arah arus dari positif ke negatif. Gaya gerak listrik statik 13.8 volt yang kontinyu menyebabkan api terlihat stabil.



Temperatur pembakaran meningkat ditandai dengan meningkatnya penggunaan gaya gerak listrik, gaya gerak listrik menjadikan terbentuk medan magnet pada aliran bahan bakar sehingga terjadi proses ionisasi bahan bakar, hal ini menyebabkan pembakaran menjadi lebih baik dan intensitas cahaya meningkat hingga 6 volt kemudian menurun, hal ini karena intensitas api merah meningkat hingga pada 6 volt kemudian berangsur-angsur menjadi intensitas api biru.

Distribusi temperatur dengan penggunaan ggl statik dengan arah arus positif ke negatif adalah menunjukkan bahwa temperatur pembakaran dengan penggunaan ggl statik 3 volt arah arus positif ke negatif menyebar dan sebagian besar ada di temperatur tengah. Hal ini dapat diketahui dari frekuensi pada temperatur sedang yang relatif besar. Sedangkan penggunaan ggl dinamik 6 voltnya tampak sebagian besar pada temperatur tengah. Dan untuk penggunaan ggl 7.5 voltnya tampak sebagian besar pada temperatur tinggi dan sebagian kecil ada di temperatur bawah. Untuk penggunaan ggl 9 voltnya terlihat sebagian besar pada temperatur bawah sedang. Pada penggunaan ggl dinamik 12 volt tampak sebagian besar pada temperatur bawah. Untuk ggl dinamik 13.8 volt menunjukkan distribusi temperatur yang menyebar dan cenderung ke temperatur bawah.

Distribusi intensitas cahaya dengan penggunaan ggl statik arah arus negatif ke positif adalah menunjukkan bahwa intensitas cahaya pembakaran dengan penggunaan ggl statik 3 volt arah arus positif ke negatif sebagian besar ada di intensitas cahaya tinggi. Hal ini dapat diketahui dari frekuensi pada intensitas cahaya tinggi yang relatif besar. Sedangkan penggunaan ggl dinamik 6 voltnya tampak sebagian besar pada temperatur tinggi. Dan untuk penggunaan ggl 7.5 voltnya tampak sebagian besar pada intensitas cahaya bawah dan untuk penggunaan ggl 9 voltnya terlihat sebagian besar pada intensitas cahaya tinggi sedang. Pada penggunaan ggl dinamik 12 volt tampak sebagian besar pada temperatur atas. Untuk ggl dinamik 13.8 volt sebagian besar pada intensitas cahaya bawah.

Adanya fluktuasi temperatur relatif bawah dan relatif stabil hal ini disebabkan range temperatur yang relatif pendek, ini terjadi karena aliran gaya gerak listrik relatif stabil. Untuk intensitas cahaya mempunyai fluktuasi yang meningkat dikarenakan intensitas cahaya yang kurang stabil.

Temperatur akan meningkat dengan meningkatnya gaya gerak listrik baik statik maupun dinamik, gaya gerak listrik dinamik akan memberikan kenaikan temperatur dan intensitas cahaya. Dengan meningkatnya penggunaan ggl akan menimbulkan kenaikan medan magnet pada aliran bahan bakar sehingga terjadi proses ionisasi bahan bakar. Proses ionisasi bahan bakar pada ggl dinamik lebih mudah dibandingkan dengan ggl statik dan fluktuasi temperatur pembakaran dan intensitas cahaya pada penggunaan ggl dinamik lebih besar dibandingkan dengan penggunaan ggl statik, ini mengakibatkan proses ionisasi bahan bakar akan lebih mudah sehingga pembakaran lebih baik dan menghasilkan temperatur pembakaran lebih tinggi.

### **4.3. Pembahasan**

#### **4.3.1. Pembahasan Temperatur**

Dari data hasil pengujian dapat diketahui bahwa temperatur pembakaran meningkat dengan meningkatnya gaya gerak listrik yang diberikan baik pada gaya gerak listrik dinamik maupun gaya gerak listrik statik.

Temperatur pembakaran akibat gaya gerak listrik dinamik mempunyai kecenderungan fluktuasi temperatur yang relatif besar dibandingkan dengan gaya gerak listrik statik. Hal ini dimungkinkan terjadi karena adanya aliran gaya gerak listrik yang mengalir dan terputus, pada saat gaya gerak listrik mengalir memungkinkan terjadinya kenaikan temperatur yang tinggi sedangkan pada saat gaya gerak listriknya terputus menjadikan temperaturnya langsung turun. Dengan adanya gaya gerak listrik akan menimbulkan medan magnet pada aliran bahan bakar sehingga terjadi proses ionisasi dalam bahan bakar. Proses ionisasi akan menjadikan pembakaran menjadi lebih baik. Hal ini bisa diketahui dari hasil penelitian bahwa semakin tinggi gaya gerak listrik yang diberikan akan menghasilkan temperatur pembakaran yang tinggi dan cahaya pembakaran menjadi api biru.

Temperatur pembakaran akibat gaya gerak listrik statik mempunyai kecenderungan fluktuasi temperatur yang relatif bawah hal ini bisa diketahui bahwa penggunaan gaya gerak listrik statik pada pembakaran mempunyai koefisien variasi yang relatif bawah dibandingkan gaya gerak listrik dinamik baik

untuk arah arus negatif ke positif maupun kebalikannya. Fluktuasi temperatur yang relatif bawah disebabkan aliran arus atau gaya gerak listrik yang relatif stabil.

Arah arus negatif ke positif lebih fluktuatif dibandingkan arah arus positif ke negatif, hal ini disebabkan arah arus negatif ke positif lebih memberikan range temperatur yang lebih tinggi atau lebih mendorong nyala api (adanya fluktuasi nyala api).

Dari grafik distribusi temperatur dan intensitas cahaya pembakaran dapat diketahui sejauh mana penyebaran temperatur dan intensitas cahaya pembakaran. Untuk penyebaran temperatur dan intensitas cahaya pembakaran yang merata dan rangnya tidak terlalu jauh, visualisasi api cenderung naik turunnya api relatif stabil sedangkan untuk penyebarannya yang terlalu jauh dan kontras akan mempunyai kecenderungan terjadinya letupan-letupan api pembakaran, hal ini dapat diketahui dari penggunaan gaya gerak listrik dinamik pada 7.5 volt dan 9 volt untuk arah arus negatif ke positif maupun sebaliknya.

Dari uji statistik  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , Hal ini menyatakan adanya pengaruh penggunaan gaya gerak listrik baik dinamik maupun statik terhadap temperatur pembakaran.

#### **4.3.2. Pembahasan Intensitas Cahaya**

Dari data hasil pengujian dapat diketahui bahwa dengan menggunakan gaya gerak listrik pada aliran bahan bakar maka intensitas cahaya pembakaran berfluktuasi, dengan fluktuasi yang paling tinggi terjadi pada 6 volt, ini terjadi karena pada 6 volt api merah kuantitasnya besar selanjutnya untuk yang 7.5 volt ke atas api mulai mendekati api biru. Hal ini juga menunjukkan kenaikan temperatur pembakaran.

Intensitas cahaya pembakaran akibat gaya gerak listrik dinamik mempunyai kecenderungan fluktuasi temperatur yang relatif besar dibandingkan dengan gaya gerak listrik statik. Hal ini dimungkinkan terjadi karena adanya aliran gaya gerak listrik yang mengalir dan terputus, pada saat gaya gerak listrik mengalir memungkinkan terjadinya kenaikan intensitas cahaya pembakaran yang tinggi sedangkan pada saat gaya gerak listriknya terputus menjadikan intensitas cahaya

pembakaran langsung turun (berfluktuasi).

Intensitas cahaya pembakaran akibat gaya gerak listrik statik mempunyai kecenderungan fluktuasi intensitas cahaya yang relatif bawah yang menunjukkan penggunaan gaya gerak listrik statik pada pembakaran mempunyai koefisien variasi yang relatif bawah dibandingkan gaya gerak listrik dinamik baik untuk arah arus negatif ke positif maupun kebalikannya. Fluktuasi intensitas cahaya yang relatif bawah disebabkan aliran arus atau gaya gerak listrik yang relatif stabil.

Arah arus negatif ke positif lebih fluktuatif dibandingkan arah arus positif ke negatif, hal ini disebabkan arah arus negatif ke positif lebih memberikan range intensitas cahaya yang lebih tinggi atau lebih mendorong nyala api (berfluktuasi).

Dari uji statistik  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , Hal ini menyatakan adanya pengaruh penggunaan gaya gerak listrik baik dinamik maupun statik terhadap intensitas cahaya pembakaran.

#### **4.3.3. Pembahasan Visualisasi Pembakaran**

Pada pembakaran tanpa menggunakan gaya gerak listrik visualisasi pembakaran terlihat stabil.

Pada pembakaran dengan gaya gerak listrik dinamik menghasilkan fluktuasi cahaya yang besar, nyala api berfluktuasi keras. Untuk pembakaran dengan gaya gerak listrik dinamik arah arus negatif ke positif terlihat nyala api cenderung lebih besar dibandingkan dengan yang menggunakan gaya gerak listrik arah arus positif ke negatif, hal ini disebabkan adanya medan magnet yang mendorong api lebih besar.

Pada pembakaran dengan gaya gerak listrik statik, fluktuasi cahaya kecil, nyala api berfluktuasi lemah, pembakaran dengan gaya gerak listrik statik arah arus negatif ke positif cenderung tampak lebih besar dibandingkan menggunakan gaya gerak listrik arah arus positif ke negatif.

Dengan menggunakan gaya gerak listrik dinamik 3 volt arah arus negatif ke positif, nyala api terlihat berfluktuasi bulat kemudian ramping. Hal ini disebabkan adanya dorongan medan magnet yang dihasilkan oleh gaya gerak listrik yang terputus-putus dengan interval waktu 1800 ms menyebabkan api membesar dan

mengecil sesuai dengan penggunaan aliran gaya gerak listriknya. Sedangkan pada pembakaran dengan gaya gerak listrik dinamik 6 volt arah arus negatif ke positif, nyala api terlihat berfluktuasi seperti pada 3 volt tetapi api sudah mulai lebih tinggi dan mulai kecenderungan untuk ke kanan. Hal ini disebabkan adanya dorongan medan magnet yang lebih besar yang dihasilkan oleh gaya gerak listrik yang terputus-putus dengan interval waktu 1400 ms. Sehingga setiap 1400 ms terjadi fluktuasi pembakaran sesuai dengan aliran gaya gerak listriknya. Untuk penggunaan gaya gerak listrik dinamik 7.5 volt arah arus negatif ke positif memberikan visualisasi pembakaran yang lebih ramping dan tinggi dibandingkan penggunaan gaya gerak listrik 3 volt maupun 6 volt, api berfluktuasi lebih cepat dengan interval waktu yang lebih pendek yaitu 1200 ms. Pada penggunaan gaya gerak listrik dinamik 9 volt arah arus negatif ke positif, interval waktu aliran gaya gerak listriknya adalah 800 ms. Untuk gaya gerak listrik 12 volt mempunyai interval waktunya 400 ms dan untuk gaya gerak listrik dinamik 13.8 volt mempunyai interval waktunya 200 ms. Semakin tinggi gaya gerak listrik dinamik yang diberikan akan semakin cepat interval waktu mengalirnya gaya gerak listrik sehingga visualisasi api cenderung untuk semakin biru dan fluktuasinya semakin cepat.

Untuk penggunaan gaya gerak listrik dinamik arah arus positif ke negatif mempunyai interval waktu aliran gaya gerak listrik terputus putus yang sama dengan penggunaan gaya gerak listrik dinamik arah arus negatif ke positif. Sedangkan penggunaan gaya gerak listrik statik arah arus negatif ke positif mempunyai visualisasi bentuk dasar api yang bulat dan semakin tinggi penggunaan gaya gerak listriknya cenderung ke arah api. Dan untuk penggunaan gaya gerak listrik statik arah arus positif ke negatif mempunyai bentuk visualisasi yang ramping dibandingkan dengan arah arus kebalikannya. Dan dengan semakin tingginya penggunaan gaya gerak listrik, visualisasi api cenderung ke api biru.

## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Dari uraian dan hasil pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan adanya gaya gerak listrik akan meningkatkan temperatur pembakaran. Terjadinya peningkatan temperatur disebabkan oleh proses ionisasi bahan bakar akibat medan magnet yang dihasilkan oleh gaya gerak listrik. Gaya gerak listrik dinamik menyebabkan nyala api meningkat pada saat arus mengalir dan menurun pada saat arus listrik terputus. Arah arus listrik berpengaruh terhadap besarnya koefisien variasi temperatur pada masing-masing perlakuan.
2. Dengan adanya gaya gerak listrik akan menyebabkan perubahan pada intensitas cahaya pembakaran akibat dari medan magnet yang dihasilkan oleh gaya gerak listrik. Intensitas cahaya akan meningkat pada 6 Volt kemudian menurun, hal ini disebabkan intensitas cahaya merah meningkat pada 6 volt dan kemudian terjadi peningkatan intensitas cahaya biru. Gaya gerak listrik dinamik berpengaruh terhadap besarnya koefisien variasi intensitas cahaya pembakaran.

### **5.2. Saran**

Dengan mengacu pada hasil penelitian yang telah kami lakukan maka kami menyarankan untuk peneliti-peneliti selanjutnya untuk meneliti gaya gerak listrik dinamik dengan voltage yang lebih besar sehingga dapat diketahui sejauh mana pengaruhnya terhadap kesempurnaan proses pembakaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ketaren, S., *“Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan”*, Edisi pertama, Jakarta: Universitas Indonesia, 1986.
- Mardiah, et al. *“Pengaruh asam lemak dan konsentrasi katalis asam terhadap karakteristik dan konversi biodiesel pada transesterifikasi minyak mentah dedak padi”*, teknik kimia Institut Teknologi Surabaya, 2005.
- Marlina, Netti & Ginting, M. Hendra S. *“Lemak dan Minyak”*, USU digital library. 2002.
- Pramanik, K., *“Properties and Use of Jatropha curcas Oil and Diesel Fuel Blends in Compression Ignition Engine”*, Renewable Energy 28 : 239-248, 2006.
- Ryu, S.K., *“Effect of Electric field on flame speed of propagating premixed flames in tube”*, 2005.
- Sudrajat, Agung & Hendratma, Kartika Kus, *“Menghemat bahan bakar dengan magnet portabel”*, Inovasi Vol.6/XVIII/Maret 2006.
- Swaminathan, Sumathi, *“Effect of magnetic field on micro flames”*, The department of mechanical engineering, B. Tech., J.N.T.U, December 2005.
- Van Gerpen, J., Shanks, B., Pruszko, R., Clements, D, and Knothe, G., *“Biodiesel Production Technology. Colorado: Department of Energy”*, Energy Efficiency and Renewable Energy Laboratory, 2004.
- Vladimir V, Afanasyev, et al, *“The effect of high frequency electric discharge on the flame front self acceleration processes in pipes closed at one end, department of physics of heat”*, Chuvash State University, Cheboksary 428015, Rusia. 2007.
- Waynick, J.A., *“Characterization of Biodiesel Oxidation And Oxidation Products. Colorado: Department of Energy”*, National Renewable Energy Laboratory, 2005.
- Sudjana, *“Metoda Statistika”*, Perpustakaan Nasional Katalog dalam Terbitan, Ed.6-Bandung Tarsito, 1996.

## LAMPIRAN 1.

1. Temperatur pembakaran hasil pengujian gaya gerak listrik dinamika arus negative ke positif

No	Waktu (ms)	Temperatur Pembakaran ( Oc )							$\Sigma$
		0 Volt	3 volt	6 volt	7.5 volt	9 volt	12 volt	13.8 volt	
1	200	325	356	317	315	399	482	449	
2	400	325	382	303	387	409	483	449	
3	600	325	350	354	323	417	493	447	
4	800	325	373	314	369	425	433	446	
5	1.000	325	365	346	322	431	434	442	
6	1.200	325	351	317	372	438	434	438	
7	1.400	325	349	529	314	444	438	438	
8	1.600	325	362	298	402	449	438	436	
9	1.800	325	353	302	329	458	439	434	
10	2.000	325	340	369	378	467	439	434	
11	2.200	325	337	355	411	474	441	437	
12	2.400	325	350	363	338	475	438	431	
13	2.600	325	337	359	458	478	438	429	
14	2.800	325	346	369	402	478	438	430	
15	3.000	325	350	346	378	474	439	426	
16	3.200	325	347	241	411	476	441	426	
17	3.400	325	342	349	405	478	444	426	
18	3.600	325	338	342	457	477	447	423	
19	3.800	325	304	269	432	478	450	420	
20	4.000	325	314	362	401	478	452	418	
21	4.200	325	306	215	501	482	453	421	
22	4.400	325	343	301	436	485	458	417	
23	4.600	325	353	349	511	522	463	414	
24	4.800	325	353	401	503	516	461	417	
25	5.000	325	351	406	483	504	462	413	
26	5.200	325	362	397	425	474	466	412	
27	5.400	325	368	405	432	478	468	414	
28	5.600	325	365	397	436	467	466	412	
29	5.800	325	367	399	425	470	462	415	
30	6.000	325	375	396	451	473	467	413	
$\Sigma$	93.000	9.750	10.489	10.470	12.207	13.974	13.567	12.827	176.284
Mean	3.100	325	450	349	407	466	452	428	5.876

Dari data diatas maka dapat dibuat table anava'nya sebagai berikut :

Sumber Varian	Db			
Galat	6	556.407,58	92.743,60	81,29
	203	238.423,20	1.140,80	
total	209	794.834,78		



Dari table diketahui harga  $F_{(0,025,6,203)} = 2,10$ , karena harga  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperature pembakaran.

$S^2$	= 1.140,80
$d_{3 \text{ volt}}$	= 1.17363
$d_{6 \text{ volt}}$	= 1.14346
$d_{7,5 \text{ volt}}$	= 3.90205
$d_{9 \text{ volt}}$	= 6.70828
$d_{12 \text{ volt}}$	= 6.06191
$d_{13,8 \text{ volt}}$	= 4.88669

Dari tabel diketahui harga  $d_{(0,025,6,203)} = 3,69$ , karena harga  $d_{7,5 \text{ volt}}$ ,  $d_{9 \text{ volt}}$ ,  $d_{12 \text{ volt}}$ ,  $d_{13,8 \text{ volt}}$  lebih besar maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperature pembakaran. Sedangkan  $d_{3 \text{ volt}}$ ,  $d_{6 \text{ volt}}$  lebih kecil maka data dikatakan belum / tidak adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperature.

2. Intensitas cahaya pembakaran hasil pengujian gaya gerak listrik dinamik arah arus negatifnya ke positif.

No	Waktu ( ms )	Intensitas Cahaya ( Lumen )							$\Sigma$
		0 volt	3 volt	6 volt	8 volt	9 volt	12 volt	13,8 Volt	
1	200	138	142	122	211	226	93	75	
2	400	138	169	490	221	231	93	71	
3	600	138	192	487	218	240	93	65	
4	800	138	190	285	215	220	82	62	
5	1.000	138	189	577	216	182	82	51	
6	1.200	138	198	364	231	180	80	53	
7	1.400	138	195	279	210	174	72	54	
8	1.600	138	173	289	346	182	73	52	
9	1.800	138	219	409	236	168	67	51	
10	2.000	138	223	466	301	181	74	54	
11	2.200	138	155	274	351	202	71	53	
12	2.400	138	193	234	246	202	74	52	
13	2.600	138	207	258	352	204	73	54	
14	2.800	138	202	448	342	204	74	54	
15	3.000	138	208	556	241	201	75	51	
16	3.200	138	208	253	356	202	77	53	
17	3.400	138	201	514	348	202	74	51	
18	3.600	138	115	457	359	203	78	53	
19	3.800	138	59	529	342	203	81	45	
20	4.000	138	226	520	347	203	82	49	
21	4.200	138	201	475	451	205	83	51	
22	4.400	138	173	556	342	205	81	61	
23	4.600	138	145	496	460	406	83	63	
24	4.800	138	103	367	465	395	81	53	
25	5.000	138	125	382	364	386	83	46	
26	5.200	138	151	412	334	222	82	43	
27	5.400	138	140	415	342	222	83	51	
28	5.600	138	147	442	342	223	81	46	
29	5.800	138	142	668	334	223	73	51	
30	6.000	138	140	285	336	222	73	47	
$\Sigma$	93.000	4.140	5.131	12.329	9.459	6.719	2.371	1.615	
Mean	3.100	138	171	411	315	224	79	54	

Dari data diatas maka dapat dibuat tabel anava'nya sebagai berikut :

Sumber Varian	db	JK	KT	$F_{hitung}$
Perlakuan	6	2.971,418,45	495.236,41	128,8
Galat	203	782.462.33	3.854.49	
Total	209	3.753.880.78		

Dari table diketahui harga  $F_{(0,026,6,203)} = 2,10$ , karena harga  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap intensitas cahaya pembakaran.

$S^2$	= 3.854.49
$d_{3 \text{ volt}}$	= 0.995778
$d_{6 \text{ volt}}$	= 8.228482
$d_{7,5 \text{ volt}}$	= 5.334645
$d_{9 \text{ volt}}$	= 2.591434
$d_{12 \text{ volt}}$	= -1.777629
$d_{13,8 \text{ volt}}$	= -2.537174

Dari table diketahui harga  $d_{(0,025,6,203)} = 3,69$  harga  $d_{6 \text{ volt}}$ ,  $d_{7,5 \text{ volt}}$  lebih besar maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap intensitas cahaya pembakaran. Karena harga  $d_{3 \text{ volt}}$ ,  $d_{9 \text{ volt}}$ ,  $d_{12 \text{ volt}}$ ,  $d_{13,8 \text{ volt}}$  lebih kecil maka dapat dikatakan belum / tidak adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap intensitas cahaya pembakaran

3. Temperatur pembakaran hasil pengujian gaya gerak listrik dinamik arah arus positif ke negatif

No.	Waktu (ms)	Temperatur pembakaran ( $^{\circ}\text{C}$ )						$\Sigma$
		3 Volt	6 Volt	7.5 Volt	9 Volt	12 Volt	13.8 Volt	
1	200	352	363	385	431	496	450	
2	400	376	390	371	427	489	460	
3	600	350	354	356	440	497	471	
4	800	372	382	382	413	453	462	
5	1000	369	372	510	415	426	456	
6	1200	352	361	501	404	438	473	
7	1400	356	390	512	435	435	463	
8	1600	360	410	502	450	439	462	
9	1800	355	397	369	453	422	436	
10	2000	361	404	375	460	438	482	
11	2200	342	385	402	472	440	463	
12	2400	347	391	399	452	438	473	
13	2600	352	367	425	461	439	428	
14	2800	340	395	416	460	436	460	
15	3000	361	362	437	463	442	452	
16	3200	338	342	411	461	446	424	
17	3400	343	367	442	452	449	463	
18	3600	332	378	463	462	452	454	
19	3800	340	369	432	474	448	463	
20	4000	324	393	461	470	438	472	
21	4200	331	346	473	473	468	481	
22	4400	349	329	482	481	469	464	
23	4600	351	362	413	485	463	434	
24	4800	357	357	381	474	482	464	
25	5000	362	362	367	482	483	415	
26	5200	360	360	392	461	493	426	
27	5400	363	363	410	493	496	417	
28	5600	365	365	387	481	493	416	
29	5800	368	368	374	483	465	415	
30	6000	352	352	381	486	496	424	
$\Sigma$	93.000	10.580	11.301	11.071	13.754	13.769	13.769	
Mean	3100	353	377	436	458	459	451	

Dari data diatas dan dengan data pada 0 Volt, maka dapat dibuat tabel anava nya sebagai berikut:

Sumber Varian	db	JK	KT	F hitung
Perlakuan	6	560.114,91	93.352,59	164,68
Galat	203	118.477,07	566,88	
Total	209	678.591,98		

Dari tabel diketahui harga  $F_{(0,025,6,203)} = 2,10$ , karena harga  $F_{hitung} > F_{Tabel}$  maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperatur pembakaran

$$S^2 = 566.88$$

$$d_{3 \text{ volt}} = 1.31815$$

$$d_{6 \text{ volt}} = 2.46320$$

$$d_{7.5 \text{ volt}} = 5,27419$$

$$d_{9 \text{ volt}} = 6.35889$$

$$d_{12 \text{ volt}} = 6.38271$$

$$d_{13.8 \text{ volt}} = 5.99203$$

Dari tabel diketahui harga  $d_{(0,025,6,203)} = 3.69$ . karena harga  $d_{3 \text{ volt}}$ ,  $d_{6 \text{ volt}}$ , lebih kecil maka dapat dikatakan tidak adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperature pembakaran. Karena harga  $d_{7.5 \text{ volt}}$ ,  $d_{9 \text{ volt}}$ ,  $d_{12 \text{ volt}}$ ,  $d_{12.8}$  lebih besar maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperatur pembakaran

4. Intensitas cahaya pembakaran hasil pengujian gaya gerak listrik dinamis arah arus positif kenegatif.

No.	Waktu (ms)	Intensitas Cahaya (Lumen)						Σ
		3 Volt	6 Volt	7.5 Volt	9 Volt	12 Volt	13.8 Volt	
1	200	135	361	305	245	96	76	
2	400	165	356	316	265	94	85	
3	600	190	364	324	285	95	68	
4	800	187	392	395	263	92	86	
5	1000	185	545	364	246	82	84	
6	1200	195	364	382	265	85	82	
7	1400	192	285	361	235	75	83	
8	1600	171	265	341	265	76	81	
9	1800	218	262	321	284	78	76	
10	2000	221	354	310	265	81	84	
11	2200	150	350	308	298	76	75	
12	2400	191	320	261	295	78	84	
13	2600	206	352	254	243	79	81	
14	2800	200	310	261	265	81	76	
15	3000	206	325	251	284	86	79	
16	3200	206	315	231	256	84	84	
17	3400	199	365	215	281	83	75	
18	3600	215	246	234	274	90	84	
19	3800	168	261	268	263	83	68	
20	4000	224	361	310	284	84	90	
21	4200	201	246	264	245	86	85	
22	4400	191	286	283	235	95	87	
23	4600	142	264	254	241	81	78	
24	4800	150	275	264	231	76	86	
25	5000	132	284	310	253	83	56	
26	5200	160	264	251	231	82	64	
27	5400	137	215	214	242	82	58	
28	5600	145	320	315	231	83	62	
29	5800	142	290	338	253	84	58	
30	6000	146	295	345	235	73	64	
Σ	93.000	5,370	9,292	8,450	7,758	2,503	2,299	
Mean	3100	179	310	282	259	83	77	

Dari data diatas dan dengan data pada 0 Volt, maka dapat dibuat tabel anava nya sebagai berikut:

Sumber Varian	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>
Perlakuan	6	1.634.311,06	272.385,18	293,22
Galat	203	188.576,07	928,95	
Total	209	1.822.887,12		

Dari tabel diketahui harga  $F_{(0,025,6,203)} = 2,10$ , karena harga  $F_{hitung} > F_{Tabel}$  maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrikdinamik terhadap temperature pembakaran

$$S^2 = 928,85$$

$$d_{3 \text{ volt}} = 0,13976$$

$$d_{6 \text{ volt}} = 1.58703$$

$$d_{7.5 \text{ volt}} = 1.21631$$

$$d_{9 \text{ volt}} = 0.91164$$

$$d_{12 \text{ volt}} = -1.40205$$

$$d_{13.8 \text{ volt}} = -1.49187$$

Dari tabel diketahui harga  $d_{(0,025,6,203)} = 3.69$ . karena harga  $d_{3 \text{ volt}}$ ,  $d_{6 \text{ volt}}$ , lebih kecil maka dapat dikatakan tidak adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperature pembakaran. Karena harga  $d_{7.5 \text{ volt}}$ ,  $d_{9 \text{ volt}}$ ,  $d_{12 \text{ volt}}$ ,  $d_{13.8}$  lebih besar maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperatur pembakaran

5. Temperatur pembakaran hasil pengujian gaya gerak listrik dinamik arah arus positif ke negatif

No.	Waktu (ms)	Temperatur pembakaran ( $^{\circ}\text{C}$ )						$\Sigma$
		3 Volt	6 Volt	7.5 Volt	9 Volt	12 Volt	13.8 Volt	
1	200	352	363	396	469	461	459	
2	400	355	362	397	463	459	453	
3	600	353	360	398	468	450	456	
4	800	344	364	402	464	456	463	
5	1000	343	362	399	469	454	464	
6	1200	348	365	405	465	453	443	
7	1400	353	361	401	475	457	441	
8	1600	344	357	387	469	459	442	
9	1800	359	359	400	465	455	456	
10	2000	363	363	398	475	450	462	
11	2200	362	357	403	469	451	451	
12	2400	367	353	401	470	453	459	
13	2600	349	354	413	461	450	442	
14	2800	386	356	405	459	445	443	
15	3000	351	359	411	475	454	441	
16	3200	353	361	407	469	456	443	
17	3400	357	359	409	479	454	447	
18	3600	354	361	414	469	463	454	
19	3800	349	359	412	475	459	441	
20	4000	347	353	402	463	467	440	
21	4200	363	357	398	479	459	436	
22	4400	362	359	407	451	462	442	
23	4600	363	362	411	454	461	433	
24	4800	364	363	405	453	463	439	
25	5000	361	353	418	455	460	440	
26	5200	363	354	401	456	455	450	
27	5400	353	357	417	459	459	449	
28	5600	354	362	719	457	462	452	
29	5800	343	361	411	453	463	441	
30	6000	354	360	409	455	461	449	
$\Sigma$	93.000	10,669	10,776	12,156	13,943	13,711	13,431	
Mean	3100	356	359	405	465	457	448	

Dari data diatas dan dengan data pada 0 Volt, maka dapat dibuat tabel anava nya sebagai berikut:

Sumber Varian	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>
Perlakuan	6	569.331,08	94.888,60	2,187.78
Galat	203	9.077,20	43,43	
Total	209	578.408,78		



Dari tabel diketahui harga  $F_{(0,025,6,203)} = 2,10$ , karena harga  $F_{hitung} > F_{Tabel}$  maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperatur pembakaran

$$S^2 = 43.43$$

$$d_{3 \text{ volt}} = 1.45950$$

$$d_{6 \text{ volt}} = 1.62943$$

$$d_{7.5 \text{ volt}} = 3.82105$$

$$d_{9 \text{ volt}} = 6.65905$$

$$d_{12 \text{ volt}} = 6.29060$$

$$d_{13.8 \text{ volt}} = 5.84592$$

Dari tabel diketahui harga  $d_{(0,025,6,203)} = 3,69$ . Karena harga  $d_{3 \text{ volt}}$ ,  $d_{6 \text{ volt}}$  kecil maka dapat dikatakan tidak/belum adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperatur pembakaran dan  $d_{7.5 \text{ volt}}$ ,  $d_{9 \text{ volt}}$ ,  $d_{12 \text{ volt}}$ ,  $d_{13 \text{ volt}}$ , lebih besar maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperatur pembakaran

6. Intensitas cahaya pembakaran hasil pengujian gaya gerak listrik statik arah arus negatif ke positif.

No.	Waktu (ms)	Intensitas Cahaya (Lumen)						$\Sigma$
		3 volt	6 volt	7.5 volt	9 volt	12 volt	13.8 volt	
1.	200	139	261	241	223	115	62	
2.	400	140	259	235	221	119	68	
3.	600	143	263	251	225	124	62	
4.	800	146	254	243	224	121	64	
5.	1.000	153	263	254	226	127	57	
6.	1.200	140	255	235	233	114	67	
7.	1.400	145	164	134	214	119	64	
8.	1.600	195	258	236	218	114	69	
9.	1.800	182	254	264	238	124	65	
10.	2.000	198	246	253	219	123	54	
11.	2.200	173	268	215	228	101	46	
12.	2.400	169	254	251	226	98	58	
13.	2.600	179	234	216	223	91	78	
14.	2.800	199	251	261	216	93	84	
15.	3.000	205	253	235	234	94	86	
16.	3.200	207	234	245	231	92	87	
17.	3.400	211	254	236	235	95	58	
18.	3.600	206	235	231	215	91	86	
19.	3.800	136	256	238	226	90	68	
20.	4.000	179	243	219	224	86	94	
21.	4.200	198	264	243	228	87	55	
22.	4.400	193	235	218	229	94	57	
23.	4.600	187	253	237	223	83	68	
24.	4.800	197	245	228	234	81	85	
25.	5.000	152	257	229	229	91	94	
26.	5.200	156	256	248	228	82	86	
27.	5.400	143	264	243	234	83	87	
28.	5.600	148	254	244	215	84	85	
29.	5.800	159	265	246	237	82	86	
30.	6.000	156	246	241	239	64	45	
$\Sigma$	93.000	5.134	7.598	7.170	6.795	2.962	2.15	
Mean	3.100	171	253	239	227	99	71	

Dari data diatas maka dapat dibuat tabel anavanya sebagai berikut:

Sumber Varian	Db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>
Perlakuan	6	924.506,20	154.084,37	755,41
Galat	203	41.406,87	203,97	
Total	290	965.913,07		

Dari tabel diketahui harga  $F_{(0.025,6,203)} = 2.10$ , karena harga  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap intensitas cahaya pembakaran

$$S^2 = 203,97$$

$$d_{3volt} = 0.998792$$

$$d_{6volt} = 3.474672$$

$$d_{7.5volt} = 3.044609$$

$$d_{9volt} = 2.667801$$

$$d_{12volt} = -1.183680$$

$$d_{13.8volt} = -2.024715$$

Dari tabel diketahui harga  $d_{(0.025,6,203)} = 3.69$ , karena harga  $d_{3volt}$ ,  $d_{6volt}$ ,  $d_{7.5volt}$ ,  $d_{9volt}$ ,  $d_{12volt}$ ,  $d_{13.8volt}$  lebih kecil maka dapat dikatakan belum/tidak adanya pengaruh gaya gerak statik terhadap intensitas cahaya pembakaran.

7. Temperatur pembakaan hasil pengujian gaya gerak listrik statik arah arus positif ke negatif.

No.	Waktu (ms)	Intensitas Cahaya (Lumen)						$\Sigma$
		3 volt	6 volt	7.5 volt	9 volt	12 volt	13.8 volt	
1.	200	365	371	391	471	463	465	
2.	400	360	369	389	475	464	463	
3.	600	363	370	394	474	464	461	
4.	800	359	359	392	479	469	462	
5.	1.000	361	364	385	487	457	463	
6.	1.200	357	368	391	451	457	483	
7.	1.400	359	365	389	453	456	460	
8.	1.600	342	367	387	450	459	450	
9.	1.800	345	351	395	457	453	445	
10.	2.000	341	360	342	474	459	453	
11.	2.200	343	353	396	482	461	443	
12.	2.400	340	346	394	479	450	439	
13.	2.600	339	348	406	483	472	441	
14.	2.800	346	353	403	471	469	436	
15.	3.000	348	359	405	464	453	439	
16.	3.200	338	362	399	469	456	433	
17.	3.400	347	356	406	463	457	436	
18.	3.600	353	359	398	473	451	432	
19.	3.800	349	361	403	469	453	434	
20.	4.000	351	357	391	466	452	431	
21.	4.200	350	362	408	473	452	436	
22.	4.400	354	354	398	474	450	432	
23.	4.600	353	359	403	460	453	437	
24.	4.800	356	350	401	473	456	418	
25.	5.000	354	363	410	464	451	429	
26.	5.200	349	359	344	482	450	431	
27.	5.400	352	354	402	465	450	432	
28.	5.600	350	363	400	467	451	426	
29.	5.800	357	357	415	469	453	439	
30.	6.000	361	361	407	459	454	443	
$\Sigma$	93.000	10.489	10.780	12.207	13.974	13.567	12.827	176.284
Mean	3.100	350	359	407	466	452	428	5.876

Dari data diatas dan dengan atas pada 0 Volt maka dapat dibuat table anava nya sebagai berikut:

Sumber varian	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>
Perlakuan	6	530.119,70	88.353,28	605,44
Galat	203	30.499,87	145,93	
Total	209	560.619,57		

Dari table diketahui harga  $F_{(0.025,6,203)} = 2,10$  karena harga  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya herak listrik dinamik terhadap teperatur pembakaran

$$S^2 = 145,63$$

$$d_{3 \text{ volt}} = 1.17363$$

$$d_{6 \text{ volt}} = 1.63578$$

$$d_{7.5 \text{ volt}} = 3.90205$$

$$d_{9 \text{ volt}} = 6.70828$$

$$d_{12 \text{ volt}} = 3.06191$$

$$d_{13.8 \text{ volt}} = 4.88669$$

Dari table diketahui harga  $d_{(0.025,6,203)} = 3,69$ . Karena harga  $d_{3 \text{ volt}}$ ,  $d_{6 \text{ volt}}$ , lebih kecil maka dapat dikatakan tidak adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap teperatur pembakaran. Karena harga  $d_{7.5 \text{ volt}}$ ,  $d_{9 \text{ volt}}$ ,  $d_{13 \text{ volt}}$  lebih besar maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap temperature pembakaran.

8. Intesitas cahaya pembakaran hasil pengujian gaya listrik static arah arus positif ke negative

No	Waktu(ms)	Intensitas cahaya pembakaran (Lumen)						$\Sigma$
		3 volt	6 volt	7.5 volt	9 volt	12 volt	13.8 volt	
1	200	152	314	324	206	69	65	
2	400	167	362	352	231	64	64	
3	600	154	392	315	235	76	62	
4	800	172	412	331	216	72	63	
5	1,000	173	431	325	225	73	64	
6	1,200	182	410	362	229	76	51	
7	1,400	164	413	325	227	81	53	
8	1,600	138	421	351	223	83	57	
9	1,800	182	385	324	28	86	59	
10	2,000	176	394	326	218	81	54	
11	2,200	174	378	316	237	87	56	
12	2,400	175	392	342	235	79	54	
13	2,600	185	382	325	234	76	59	
14	2,800	192	364	342	236	74	53	
15	3,000	164	387	346	229	79	52	
16	3,200	147	384	3352	234	82	57	
17	3,400	188	382	362	213	84	52	
18	3,600	167	364	342	223	86	51	
19	3,800	148	381	346	213	86	51	
20	4,000	167	372	345	231	87	57	
21	4,200	185	364	316	235	89	52	
22	4,400	192	381	325	236	92	54	
23	4,600	172	391	326	234	83	56	
24	4,800	164	372	334	231	84	52	
25	5,000	185	376	328	239	87	53	
26	5,200	184	394	339	234	86	57	
27	5,400	175	405	346	215	79	51	
28	5,600	176	408	365	235	76	53	
29	5,800	164	400	321	216	72	58	
30	6,000	172	399	329	236	78	51	
$\Sigma$	93,000	5,136	11,610	10,082	6,834	80	56	
Mean	3,100	171	387	336	228	80	58	

Dari data diatas dan dengan data pada 0 volt maka dapat dibuat table anava nya sebagai berikut :

Sumber varian	db	JK	KT	Fhitung
Perlakuan	6	2.822.089,30	470.348,22	3.192,85
Galat	203	29.904,40	147,31	
Total	209	2.851.993,70		

Dari table diketahui harga  $F_{(0.025,6,203)} = 2,10$ , karena harga  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya listrik dinamik terhadap Intensitas cahaya pembakaran

$$\begin{aligned} S^2 &= 147,31 \\ D_{3 \text{ volt}} &= 1.000802 \\ D_{6 \text{ volt}} &= 7.506015 \\ D_{7.5 \text{ volt}} &= 5.970648 \\ D_{9 \text{ volt}} &= -1.744370 \\ D_{13.8 \text{ volt}} &= -2.475880 \end{aligned}$$

Dari table d dapat di baca harga  $d_{(0.025,6,203)} = 3,69$ . Karena harga  $d_{6\text{volt}}$ ,  $d_{7.5 \text{ volt}}$ , lebih besar maka dapat dikatakan adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamik terhadap intensitas cahaya pembakaran da harga  $d_{3\text{volt}}$ ,  $d_{9\text{volt}}$ ,  $d_{12\text{volt}}$ ,  $d_{13\text{volt}}$  lebih kecil maka dapat dikatakan tidak/belum adanya pengaruh gaya gerak listrik dinamika terhadap intensitas cahaya pembakaran

Lampiran 2

**Personalia Tenaga Peneliti dan Kualifikasi**

<b>No</b>	<b>Nama</b>	<b>NIDN</b>	<b>Bidang Ilmu</b>	<b>Uraian Tugas</b>
1.	Agus Sudibyو, S.Pd., M.T.	0722077604	Produksi & Manufaktur	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Koordinasi anggota</li><li>2. Mengumpulkan data</li><li>3. Membantu perancangan alat</li><li>4. Mengolah data</li></ol>
2.	Sugeng Hadi Santoso, S.T., M.T.	0707017508	Mesin Konversi Energi	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Merancang alat dan program, software</li><li>2. Membantu mengolah data</li></ol>
3.	Agung Nugroho, S.T., M.T.	0730018002	Manufaktur, Konversi energy	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Membantu mengolah data</li><li>2. Menyiapkan alat, merancang alat</li></ol>