

PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP WARNA API PEMBAKARAN PREMIX MINYAK KELAPA

Gatot Soebiyakto¹, I.N.G. Wardana², Nurkholis Hamidi³, Lilis Yuliati⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

¹gtotop_bgt@yahoo.com.au, ² wardana@ub.ac.id, ³ hamidy@ub.ac.id, ⁴lilis_y@ub.co.id

Abstrak

Penerapan proses pembakaran khususnya nyala api dapat dilakukan dengan memberikan pengaruh kuat medan magnet atau elektromagnetik pada api. Pengaruh medan magnet diindikasikan adanya gaya tarik partikel O₂ dan bahan bakar pada nyala api, sebagian O₂ melepaskan diri dari homogenitas dan sebagian bahan bakar mengalami perubahan temperatur dan panas bahan bakar terserap oleh medan magnet, karena adanya droplet maka uap panas tersebut juga dipancarkan oleh medan magnet mengarah pada percikan api. Tujuan penelitian (jangka panjang) dengan mengkaji lebih dalam tentang karakteristik nyala api pembakaran akibat induksi medan magnet dengan bahan bakar minyak nabati dengan harapan mendapatkan tingkat temperatur dari pembentukan warna nyala api, mendapatkan karakteristik induksi medan magnet serta membuktikan bahwa profil api dipengaruhi induksi medan magnet yang bermuara pada metode analisis pembakaran minyak nabati secara luas. Untuk penelitian awal ini mengamati profil warna nyala api dari komposisi AFR mendekati stoichiometry dari bahan bakar minyak kelapa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nyala api minyak nabati dari pembakaran premix minyak kelapa mengalami penurunan tingkat luminositas warna nyala api (menjadi pudar) bila dipengaruhi induksi medan magnet. dan luasan (zona) warna nyala api semakin melebar bila dipengaruhi medan magnet jika dibandingkan tanpa menggunakan induksi medan magnet.

Kata kunci: Minyak nabati, *air fuel ratio*, medan magnetik, warna api, luminositas.

1. Pendahuluan

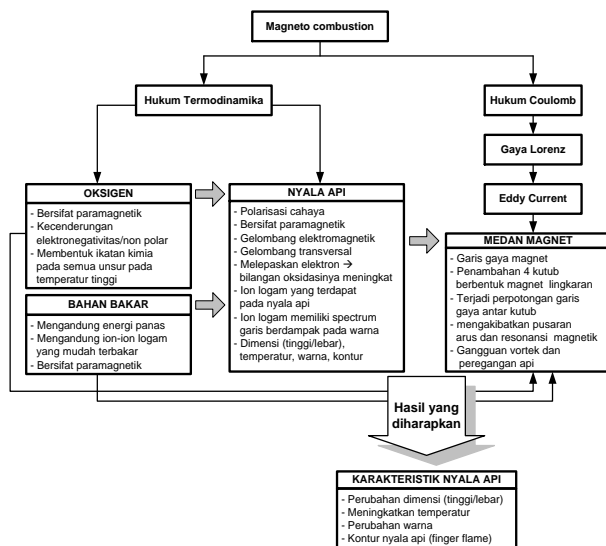
Wardana (2010), Mengamati penyalaan pada tetesan minyak jarak terjadi dua kali langkah pembakaran yaitu pertama kali asam lemak terbakar dan dengan meningkatnya temperatur gliserol terbakar yang kedua kalinya muncul micro ledakan pada ukuran droplet lebih kecil. Fenomena menunjukkan bahwa parameter keterlambatan pengapian dan laju pembakaran. Percobaan penguapan tetesan (minyak sayur) dengan mengukur droplet dari berbagai variasi temperatur tinggi (400-1000 K), hasil eksperimen relevan untuk penggunaan biofuel sebagai pembakaran pada tekanan atmosfer dan peningkatan temperatur sedangkan rata-rata tingkat penguapan meningkat dengan kenaikan suhu. (Celine, et.all, 2014). Menurut Mustafa, et.all (2009)., Yu Wang, (2014), penggunaan bahan bakar biodiesel meningkatkan efisiensi, menurunkan temperatur gas buang, emisi serta hemat bahan bakar. Galle, et.all (2013)., Yoshimoto, et.all (2013), mempelajari penggunaan minyak palm, minyak lobak dan lemak hewani sebagai bahan bakar mesin diesel dari hasil pengamatan bahwa minyak nabati berpengaruh terhadap temperatur, bahkan perubahan kecil dalam temperatur (25–45°C). Penelitian Yoshimoto, et.all

(2013), menjelaskan campuran yang terbaik pada komposisi 50% PME : 50 butanol menunjukkan hasil yang signifikan, emisi karbon monoksida dan hidrokarbon meningkat secara signifikan dan penurunan efisiensi termal dengan drastis. (Kleinová, et.all, 2011).

Studi eksperimental dan numerik dilakukan untuk penilaian parameter campuran metana, propana, hidrogen dan udara pada tekanan ambien awal. Penambahan hidrogen jumlah besar mengurangi kemampuan mereproduksi perilaku ledakan bahan bakar. Anna, et.all (2012). Menurut Michael K. et.all (2012) dan Rakopoulos (2013), Penggunaan campuran minyak kapas dengan n-butanol/diethyl ether menunjukkan sifat fisik dan kimia sangat signifikan dari tekanan ruang bakar, laju pelepasan kalor dan emisi yang baik dari kinerja mesin diesel dan campuran biofuel dan solar menunjukkan bahwa semakin tinggi komposisi biofuel tinggi api semakin meningkat sedangkan jelaga mengalami penurunan.

Tujuan penelitian (jangka panjang) dengan mengkaji lebih dalam tentang karakteristik nyala

api pembakaran akibat induksi medan magnet dengan bahan bakar minyak nabati dengan harapan mendapatkan tingkat temperatur dari pembentukan warna nyala api, mendapatkan karakteristik induksi medan magnet serta membuktikan bahwa profil api dipengaruhi induksi medan magnet yang bermuara pada metode analisis pembakaran minyak nabati secara luas. Untuk penelitian awal ini mengamati profil warna nyala api dari komposisi AFR mendekati stoichiometry dari bahan bakar minyak kelapa. Sehingga, diharapkan pada penelitian awal ini dapat diketahui seberapa besar induksi medan magnet berpengaruh terhadap warna nyala api terutama pada *flame stretch zone* yang dapat diamati dengan menggunakan metode visualisasi nyala api *premix*.



Gambar 1. Diagram Kerangka Konsep Penelitian

2. Metode Penelitian

Magnet yang digunakan adalah medan elektromagnetik berbentuk lingkaran berjumlah 4 kumparan untuk memberikan kekuatan medan magnet terhadap nyala api, volume bahan bakar, termokopel, *InfraRed* Termometer, *high speed camera* atau alat perekam lainnya. Untuk itu dilakukan modifikasi eksperimen yaitu perancangan seksi uji skala laboratorium lengkap dengan perlengkapannya (bahan bakar, saluran bahan bakar sampai ke burner), medan magnet yang telah dirakit memiliki ukuran kekuatan medan magnet sesuai hasil pengukuran, dan perekam data, dan alat ukur lainnya dihubungkan dengan perangkat computer.

Peralatan seksi uji dan alat ukur pendukung lainnya sebelum memulai uji coba eksperimen lebih baik dilakukan kalibrasi. Pengujian ini dilakukan

dengan cara sebagai berikut: alat ukur hasil pengukuran dibandingkan dengan media lain, Alat perekam dikoneksikan ke komputer pada jalur *audio input*, pada saat pengambilan data diupayakan kondisi lingkungan gelap/malam hari sehingga gambar profil api tampak jelas, dilakukan rekaman selama 5 menit. Hasil rekaman disimpan sebagai data, proses rekaman dapat diulang lagi sampai 4 pengulangan, import file data, dilakukan visualisasi gambar profil api, Nilai intensitas medan magnet dan perilaku api ditabelkan dan dilakukan pengujian statistik yang sesuai.

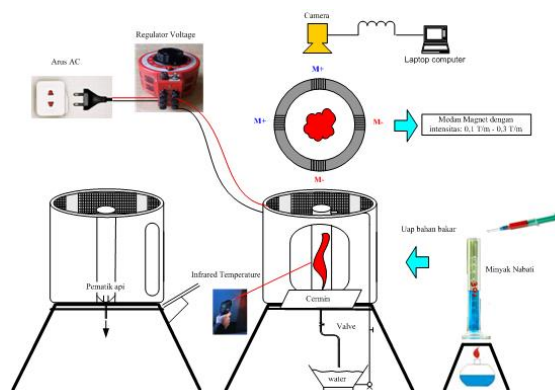
3. Hipotesis Penelitian

Dari uraian kerangka konsep penelitian, maka dapat di susun hipotesa secara umum terhadap karakteristik medan magnet terhadap perilaku nyala api pembakaran minyak nabati, dengan adanya karakteristik medan magnet khususnya intensitas gradient medan magnet diduga ada pengaruh terhadap profil warna nyala api dan perbedaan temperatur.

4. Variabel Penelitian

Dengan demikian variabel-variabel penelitian dapat ditentukan sebagai berikut:

- Variabel bebas : medan elektromagnetik**
Variabel ini dinyatakan dalam parameter induksi medan magnet dinyatakan dalam satuan Tesla/ meter.
- Variabel terikat : analisis nyala api**
Variabel ini dinyatakan dalam parameter spesifikasi bentuk/kontur nyala api. Nyala api akan difokuskan ditampilkan dalam bentuk profil api kemudian digambar menggunakan program pengolah data berbasis CFD (Adobe photoshop, ImageJ, Ulead videoStudio).
- Variabel kontrol : bahan bakar**
Variabel ini dinyatakan dalam parameter volume bahan bakar dan keduanya diukur dari data hasil pengukuran dan rekaman.



Gambar 2. Peralatan penelitian

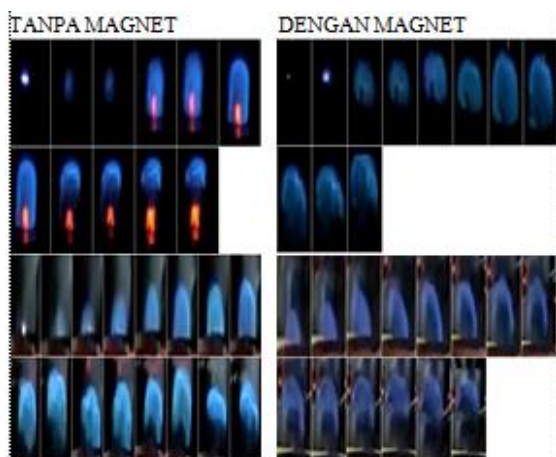
Dalam obyek penelitian yang akan dilaksanakan fokus pada pengamatan intensitas medan magnet yang bervariasi dari proses pembakaran minyak nabati dari warna nyala api dan temperatur sebagai obyek penelitian.

Alat-alat yang digunakan meliputi

1. Medan elektromagnetik berupa lilitan kumparan
2. Spuid (suntik).
3. Termo kopel dan infra red termometer
4. Alat ukur medan magnet (Tesla meter).
5. Camera Digital/high speed camera.
6. Minyak Nabati: minyak kelapa.
7. Bahan habis pakai.
8. Seperangkat computer.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Pengaruh medan magnet terhadap warna api pembakaran premix minyak kelapa murni.



Gambar 3. Pengaruh magnet terhadap warna api.

Gambar 3 merupakan proses pembakaran premix minyak kelapa murni tanpa dipengaruhi magnet dan dengan dipengaruhi magnet. Berawal dari percikan api dari igniter electric dan uap panas minyak kelapa yang telah dipanaskan maka terjadi proses pembakaran premix minyak kelapa. Urutan penyalaan pembakaran mulai dari percikan api hingga terbakar terjadi perubahan bentuk rambatan nyala api secara konsisten membentuk pola parabola hingga api padam (*fire extinguished*). Rambatan nyala api disetiap frame dan disetiap perubahan perbandingan AFR juga menunjukkan jumlah yang berbeda-beda, hal ini disebabkan jumlah udara yang mulai meningkat (komposisi 10:50).

Proses pembakaran premix pada umumnya berwarna biru, hal ini disebabkan adanya pengaruh dari radikal-radikal unsur yang terkandung dalam

senyawa C2 dan memiliki temperature tinggi dan aliran nyala apinya turbulen, sedangkan warna merah kekuning-kuningan pada nyala api dipengaruhi oleh CO2 dan uap air. Warna hitam pada nyala api merupakan pengaruh dari karbon, hal ini disebabkan oleh pembakaran tidak sempurna mengakibatkan timbulnya jelaga. Pengaruh medan magnet terhadap warna nyala api mengakibatkan menurunnya nilai luminositas (pudar), hal ini disebabkan oleh gaya Lorent dengan Eddy Current secara kontinyu memutar dan memutus nyala api dengan sendirinya akan menimbulkan gelombang elektromagnetik cahaya yang terpolarisasi melingkar pula. Adapun garis-garis warna yang seharusnya ada di tengah-tengah keduanya menjadi tak terlihat apabila dilihat pada arah medan magnet, sebab cahaya adalah gelombang elektromagnetik transversal, bukan longitudinal. Jika banyak partikel dalam nyala api secara serentak mengambil energi panas dan melemparkannya kembali dalam bentuk cahaya, itu sebabnya partikel yang muatannya berbeda akan memancarkan panjang gelombang atau warna cahaya berbeda. Keberadaan induksi medan magnet menyebabkan pemisahan dan pergeseran garis spektrum nyala api.

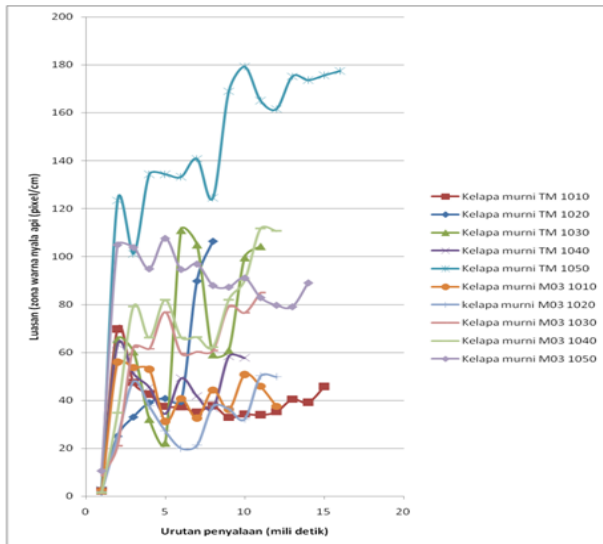
5.2 Pengaruh medan magnet terhadap zona warna nyala api pembakaran premix minyak kelapa murni.

Tabel 1. Tabulasi data pengukuran (luas) zona warna nyala api.

Urutan	Kelapa Murni Tanpa Magnet					Kelapa Murni dengan Magnet				
	TM 1010	TM 1020	TM 1030	TM 1040	TM 1050	M03 1010	M03 1020	M03 1030	M03 1040	M03 1050
1	2.116	1.78	2.405	2.486	2.517	2.204	1.988	8.65	1.427	10.486
2	69.875	25.039	65.381	63.387	123.356	55.949	24.652	21.076	34.812	104.911
3	47.467	33.029	60.315	51.218	301.001	53.651	47.855	62.223	79.229	103.85
4	42.556	39.057	32.124	45.449	134.21	52.903	37.551	61.442	66.144	94.912
5	37.507	40.783	22.152	34.431	134.255	31.199	27.215	76.799	81.912	107.635
6	37.366	39.388	111.017	49.202	133.158	40.636	19.939	59.497	66.252	94.635
7	35.104	89.825	104.917	41.753	140.674	32.528	21.21	60.248	66.357	96.912
8	37.755	106.441	59.098	36.703	124.357	44.242	37.5	60.684	62.181	87.946
9	32.895		60.867	58.36	168.826	36.159	36.383	79.128	81.992	87.25
10	34.25		99.59	57.701	179.19	50.712	32.14	76.486	90.066	91.094
11	33.963		104.238		165.008	45.804	50.128	84.9	111.732	82.877
12	35.279				161.464	37.475	49.823		110.672	79.691
13	40.47				175.078					79.056
14	39.157				173.548					89.028
15	45.777				175.525					
16					177.361					

Dari grafik pada Gambar 4, tren garis perlakuan tanpa magnet terlihat fluktuasi amplitudo tinggi dibandingkan dengan perlakuan pengaruh medan magnet dari berbagai variasi campuran AFR mendekati stoikiometri. Fenomena ini disebabkan efek yang ditimbulkan oleh keberadaan muatan listrik, seperti partikel, ion dan proton dalam ruangan chamber. Gaya Lorent yang secara kontinu

mengaduk reaktan dan nyala api menimbulkan putaran dari satu partikel membentuk medan magnet dan putaran itu dipengaruhi oleh dirinya sendiri seperti arus listrik yang menyebabkan munculnya energi kinetik di muatan listrik yang bergerak



Gambar 4. Grafik hubungan urutan penyalaan terhadap zona warna api minyak kelapa

Akibat dari energi kinetik saling bertumbukan satu sama lain luasan (zona) warna api ada kecenderungan melebar areanya mengecil jika dibandingkan tanpa menggunakan medan magnet.

6. Kesimpulan dan Saran

Dapat disimpulkan bahwa nyala api minyak nabati dari pembakaran premix minyak kelapa mengalami penurunan tingkat luminositas warna nyala api (menjadi pudar) bila dipengaruhi induksi medan magnet dan luasan (zona) warna nyala api semakin melebar jika dibandingkan tanpa menggunakan induksi medan magnet.

Saran yang dapat diberikan adalah diharapkan dalam penelitian lanjutan dapat memvariasikan besaran induksi medan magnet.

Daftar Pustaka :

- A.Kleinová, I. Vailing, J. Lába, J. Mikulec, J. Cvengroš. (2011): *Vegetable oils and animal fats as alternative fuels for diesel engines with dual fuel operation.*, ScienceDirect., Elsevier, Fuel Processing Technology 92; 1980–1986.
- Anna Basco, Francesco Cammarota, Almerinda Di Benedetto, Valeria Di Sarli, Ernesto Salzano, Gennaro Russo (2012)., *Experimental and Numerical Analysis of Laminar Burning*

Velocity of Binary and Ternary Hydrocarbon/H₂ Mixtures., CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, VOL. 26, Guest Editors: Valerio Cozzani, Eddy D Rademaek, AIDIC Servizi S.r.l., ISBN 978-88-95608-17-4; ISSN 1974-9791.

Celine Morin, Christian Chauveau, Iskender Gokalp (2000)., *Droplet vaporisation characteristics of vegetable oil derived biofuels at high temperatures.*, Elsevier, Experimental Thermal and Fluid Science 21, 41 – 50.

D.C. Rakopoulos (2013)., *Combustion and emissions of cottonseed oil and its bio-diesel in blends with either n-butanol or diethyl ether in HSDI diesel engine.*, Elsevier., Fuel., Fuel 105 (603-613).

I.N.G. Wardana (2010)., *Combustion characteristics of jatropha oil droplet at various oil temperatures.*, Elsevier., Fuel 89 (2010) 659–664.

J. Galle, S. Defruyt, C. Van de Maele, R. Piloto Rodriguez, Q. Denon, A. Verliefde, S. Verhelst (2013)., *Experimental investigation concerning the influence of fuel type and properties on the injection and atomization of liquid biofuels in an optical combustion chamber.*, SciVersiScienceDirect, Elsevier., Biomass and Bioenergy 57, 215 - 228.

Michael K. Tran, Derek Dunn-Rankin, Trinh K. Pham (2012)., *Characterizing sooting propensity in biofuel–diesel flames.*, ScienceDirect, Elsevier., Combustion and flame., 159, 2181–2191.

Mustafa Canakci., Ahmet Necati Ozsezen, Ali Turkcan (2009)., *Combustion analysis of preheated crude sunflower oil in an IDI diesel engine.*, ScienceDirect, Elsevier., Biomass and Bioenergy 33, 760 -767.

Yu Wang, Suk Ho Chung (2014)., *Effect of strain rate on sooting limits in counterflow diffusion flames of gaseous hydrocarbon fuels: Sooting temperature index and sooting sensitivity index.*, ScienceDirect., Elsevier, Combustion and Flame., 161, 1224–1234.

Y. Yoshimoto, E. Kinoshita, L. Shanbu, T. Ohmura (2013)., *Influence of 1-butanol addition on diesel combustion with palm oil methyl ester/gas oil blends.*, SciversiScienceDirect, Elsevier., Energy 61, 44 – 51.