

EXPERIMENTAL PERANAN MEDAN MAGNET PADA PEMBAKARAN *PREMIX* CAMPURAN BIODIESEL JELANTAH – MINYAK KELAPA TERHADAP KARAKTERISTIK API DAN EMISI GAS BUANG

Dani Rizky Wijaya¹, Subagyo¹

e-mail : danirizky07@gmail.com, subagyo@dosen.umaha.ac.id.

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui AFR, temperatur, emisi, tinggi nyala api pembakaran *premixed* dengan bahan bakar blending biodiesel jelantah – minyak kelapa. Persediaan minyak bumi yang semakin menipis karena pembaharuan minyak bumi berbahan fosil memerlukan waktu jutaan tahun. Indonesia memiliki banyak tumbuhan penghasil minyak nabati, yang merupakan alternatif bahan bakar yang dapat dimanfaatkan. Pada penelitian ini menggunakan metode *premixed combustion* dengan variasi medan magnet dengan bahan bakar blending biodiesel jelantah – minyak kelapa, thermocouple Tipe - K digunakan untuk mengukur suhu, gambar nyala api diambil menggunakan *high speed* kamera Cannon 600D. Hasil penelitian ini menunjukkan temperatur tertinggi dihasilkan oleh variasi B70 medan magnet tarik dengan suhu 795°C disusul dengan variasi B40 medan magnet tolak dengan temperatur 471°C. evolusi nyala api yang paling lama dihasilkan oleh medan magnet tolak campran B70, sedangkan tinggi nyala api tertinggi dihasilkan oleh B40 medan magnet tolak dengan tinggi 69,32 mm lalu diikuti oleh pembakaran dengan variasi B40 medan magnet tarik yang mencapai ketinggian 37,92 mm, sedangkan emisi N_{ox} terendah dihasilkan oleh B40 medan magnet tolak dengan nilai sebesar 128 PPM.

Kata kunci: pembakaran *premixed*, minyak nabati, biodiesel, medan magnet, emisi

PENDAHULUAN

Dikarenakan semakin krisis dan meningkatnya dampak emisi dari pembakaran *biofuel* (bahan bakar fosil) yang tidak ramah untuk lingkungan, diperlukan sumber energi terbarukan untuk menghemat atau bahkan mengganti energi dari penggunaan bahan bakar fosil. Salah satu caranya menggunakan minyak nabati, sudah banyak penelitian mengenai minyak nabati dilakukan untuk mendapat atau memperoleh bahan bakar terbarukan, sebagai contoh biodiesel, minyak kelapa murni, minyak biji kapuk, minyak jarak pagar, dan lain sebagainya yang dapat berkembang dengan baik di Indonesia. (Bahri La Muhaya et al., 2015)

Minyak yang terbuat dari ekstrak berbagai bagian tumbuhan dikenal sebagai minyak nabati. Pada zaman sekarang bahan bakar dapat digantikan oleh minyak nabati karena memiliki banyak kandungan yang setara dengan bahan bakar yang terbuat dari fosil.

Namun, didapat permasalahan bahwasannya viskositas (kekentalan) minyak nabati 20 kali lipat dari minyak diesel fosil yang dapat pengaruhi *atomization* bahan bakar pada ruangan pembakaran mesin diesel. *Atomization* yang buruk juga dapat mengurangi kinerja mesin dan proses pembakaran menjadi tidak sempurna.

Maka dari itu, dilakukannya proses transesterifikasi ester metil atau biasa disebut FAME agar

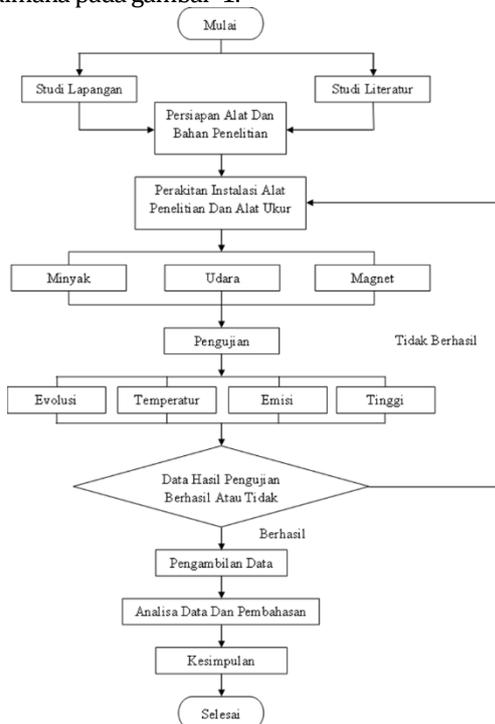
viskositas (kekentalan) minyak nabati bisa berkurang. Dari proses tersebut akan menciptakan bahan bakar yang cocok dengan ciri-ciri serta kinerja solar fosil. (Devita, 2015)

Untuk meningkatkan performa kinerja mesin, sudah banyak peneliti dengan menggunakan penambahan magnet. Medan, yang dikenal sebagai medan magnet dalam fisika, tercipta ketika satu muatan listrik bergerak, memberikan gaya pada muatan listrik bergerak lainnya. Banyak penelitian pembakaran yang menerapkan magnet sebagai variasinya pada proses pembakaran rupanya medan magnet bisa memberi pengaruh kecepatan dari nyala api. Penambahan medan magnet mampu meningkatkan kepolaran dan penurunan viskositas bahan bakar tanpa mengubah komposisi dari struktur molekul bahan bakar (Cholid, 2015)

Dari latar belakang diatas peneliti akan melakukan penelitian tentang Experimental Peranan Medan Magnet Pada Pembakaran *Premix* Campuran Minyak Kelapa – Biodiesel Jelantah Terhadap Karakteristik Api Dan Emisi Gas Buang menunjukan bahwa medan magnet memberi pengaruh kecepatan nyala api pada proses pembakaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui evolusi, temperatur, tinggi, dan emisi gas buang (CO) pada pembakaran *premixed*.

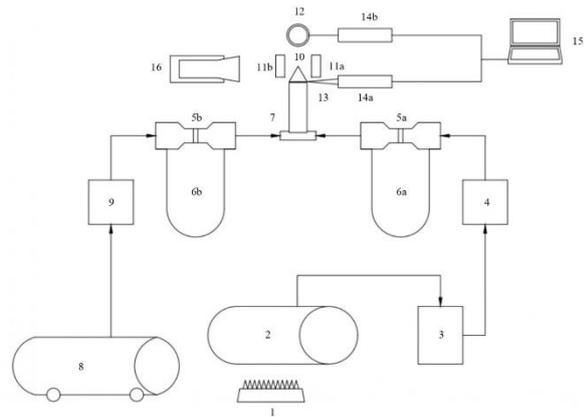
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tahapan sebagaimana pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Perencanaan penelitian merupakan awal proses dari kegiatan agar mendapatkan hasil yang bagus sesuai dengan keinginan, setelah perencanaan awal sampai selesai maka pelaksanaan penelitian bisa dilakukan. Penelitian ini dimulai dari studi literatur yaitu mempelajari jurnal penelitian sebelumnya tentang pembakaran minyak nabati melakukan observasi alat yang akan digunakan sebagai penelitian maupun eksperimen kemudian melakukan persiapan minyak B40 biodiesel jelantah (40%), minyak kelapa (60%) dengan volume minyak ,minyak biodiesel jelantah (240ml) dan minyak kelapa (360ml) dan minyak nabati B70 biodiesel jelantah (70%), minyak kelapa (30%) dengan volume minyak, minyak biodiesel jelantah (420ml) dan minyak kelapa (180ml), selanjutnya persiapan - persiapan intalasi pembakaran pertama alat dan bahan yang dibutuhkan, setelah itu proses perakitan alat uji, selanjutnya pengujian alat apabila masih terdapat kesalahan maka dilakukan proses pengujian ulang sampai mendapat data yang relevan, setelah pengujian berhasil bisa dilakukan proses pengambilan data kemudian hasil data penelitian tersebut dianalisa dan penyusunan laporan bisa dilakukan. Adapun skema alat penelitian pembakaran *premixed* minyak nabati B40 dan B70 pada gambar berikut.



Gambar 2. Skema Alat Penelitian

Dengan keterangan:

1. Kompor
2. Bunsen
3. Steam Trap
4. Valve
5. Oriface Plate
6. Pipa-U
7. Bunsen Burner
8. Kompresor
9. Flowmeter
10. Flame
11. Magnet
12. Sensor emisi
13. Thermocouple
14. Arduino uno
15. Laptop
16. Kamera

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, didapatkan hasil data sebagai berikut:

Tabel 1. Data AFR, Emisi, Temperatur, dan Tinggi Nyala Api Minyak B40 Medan Magnet Tarik

Minyak B40 Medan Magnet Tarik			
AFR	Emisi NO _x	Temperatur °C	Tinggi (mm)
0,83	209	489	65,62
1,18	197	512	63,32
1,45	186	529	61,56
1,68	177	549	58,91
1,88	170	561	56,27
2,06	163	578	54,06
2,23	158	594	52,26
2,38	154	602	50,98
2,53	153	619	47,45
2,66	151	632	44,63
2,8	148	648	43,46
2,92	146	663	41,98
3,04	144	681	39,86
3,15	141	697	37,92

Tabel 2. Data AFR, Emisi, Temperatur, dan Tinggi Nyala Api Minyak B40 Medan Magnet Tolak

Minyak B40 Magnet Tolak			
AFR	Emisi Nox	Temperatur °C	Tinggi (mm)
0,83	169	471	69,32
1,18	165	495	67,91
1,45	161	513	66,85
1,68	155	532	65,62
1,88	148	553	62,09
2,06	142	569	59,97
2,23	138	584	56,97
2,38	135	599	55,92
2,53	132	612	53,62
2,66	130	625	51,68
2,8	128	641	47,8

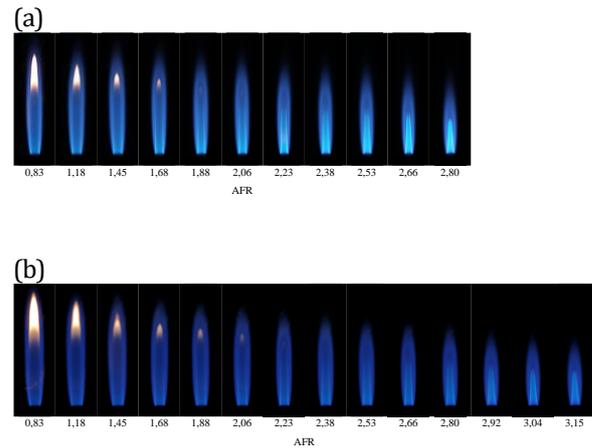
Tabel 3. Data AFR, Emisi, Temperatur, dan Tinggi Nyala Api Minyak B70 Medan Magnet Tarik

Minyak B70 Magnet Tarik			
AFR	Emisi Nox	Temperatur °C	Tinggi (mm)
0,63	284	523	66,71
0,89	271	548	64,07
1,09	254	560	63,31
1,27	250	571	62,56
1,42	240	584	61,04
1,55	229	603	60,1
1,68	216	620	58,21
1,79	207	639	57,26
1,9	196	656	56,13
2	183	671	54,24
2,1	175	688	53,11
2,2	169	692	50,46
2,29	163	705	50,08
2,37	157	717	48,76
2,46	152	739	47,44
2,54	148	756	46,87

Tabel 4. Data AFR, Emisi, Temperatur, dan Tinggi Nyala Api Minyak B70 Medan Magnet Tolak

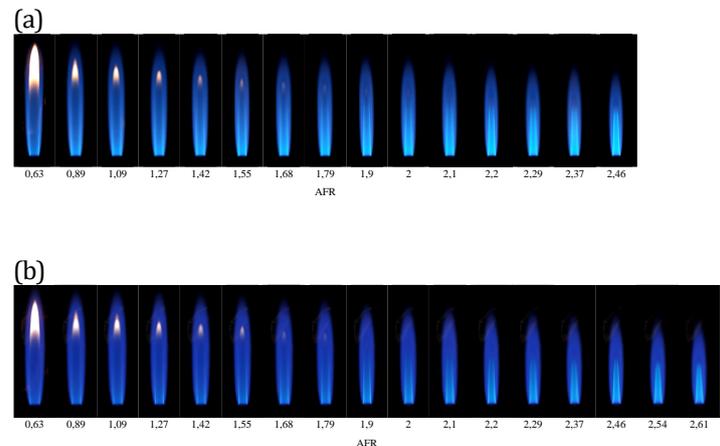
Minyak B70 Magnet Tolak			
AFR	Emisi Nox	Temperatur °C	Tinggi (mm)
0,63	277	503	68,09
0,89	250	521	67,56
1,09	225	548	67,03
1,27	208	560	66,15
1,42	189	574	63,15
1,55	179	592	61,74
1,68	171	612	60,5
1,79	163	624	59,97
1,9	157	637	58,56
2	153	651	57,33
2,1	148	668	56,8
2,2	145	681	54,5
2,29	142	693	53,09
2,37	139	711	52,39
2,46	138	731	51,33

Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Evolusi Nyala Api Minyak B40 Dengan Magnet Tolak dan Magnet Tarik.



Gambar 3. Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Evolusi Nyala Api Minyak B40 dengan (a) Magnet Tolak, (b) Magnet Tarik,

Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Evolusi Nyala Api Minyak B70 Dengan Magnet Tolak dan Magnet Tarik.

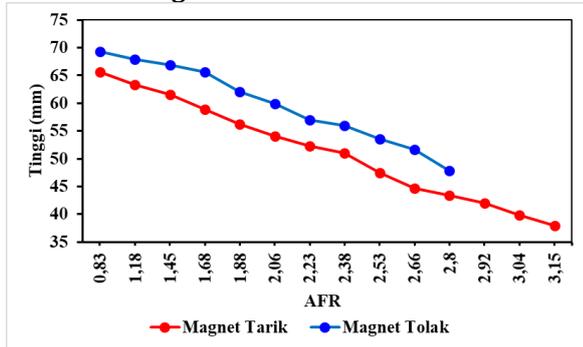


Gambar 4. Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Evolusi Nyala Api Minyak B70 dengan (a) Magnet Tolak, (b) Magnet Tarik,

Dari gambar 3 dan 4 dapat dibandingkan evolusi nyala api dimana nyala api B40 magnet tarik mulai dari AFR 0,83 sampai dengan 3,15, sedangkan magnet tolak mulai dari AFR 0,83 sampai dengan 2,80, nyala api B70 magnet tarik mulai dari AFR 0,63 sampai dengan 2,61, sedangkan magnet tolak mulai dari AFR 0,63 sampai dengan 2,46. Maka magnet tarik memiliki ketahanan nyala api yang lebih baik dibandingkan magnet tolak. Hal ini karena H₂O yang membuat bahan bakar cepat bereaksi didorong masuk oleh medan magnet dan O₂ dipaksa keluar dimana sifat CO₂ ini sendiri memiliki sifat yang merugikan dalam pembakaran dimana CO₂ ini memiliki kemampuan untuk mereduksi O₂ yang

dihasilkan selama proses pembakaran maupun yang dihasilkan oleh medan magnet.

Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Tinggi Nyala Api Minyak B40 Dengan Medan Magnet Tarik dan Medan Magnet Tolak

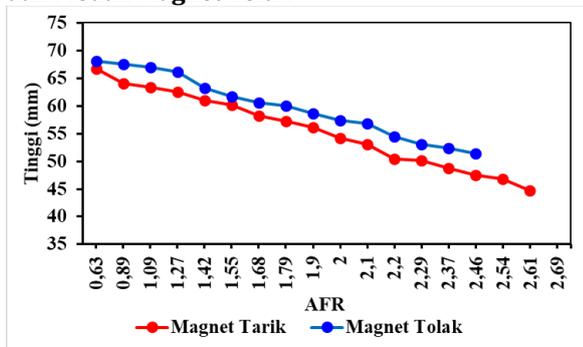


Gambar 5. Perbandingan hubungan AFR terhadap tinggi nyala api minyak B40 dengan medan magnet tarik dan medan magnet tolak.

Gambar 5 merupakan grafik perbandingan hubungan AFR terhadap tinggi nyala api minyak B40 medan magnet tarik dan medan magnet tolak, Dari perbandingan tersebut didapatkan tinggi nyala api paling tinggi pada pembakaran medan magnet tolak dengan ketinggian awal 69,32 mm dibandingkan dengan nyala api magnet tarik dengan ketinggian awal 65,62 mm.

Medan magnet memberikan pengaruh pada tinggi nyala api oleh daya tarik medan magnet yang kuat. Dengan sifat udara yang paramagnetik (O₂), maka udara yang terus ditambahkan akan menjauhi zona reaksi karena pengaruh medan magnet yang kuat. Sedangkan bahan bakar yang mempunyai sifat diamagnetik (H₂O) akan tertahan di zona reaksi dikarenakan medan magnet yang kuat.

Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Tinggi Nyala Api Minyak B70 Dengan Medan Magnet Tarik dan Medan Magnet Tolak



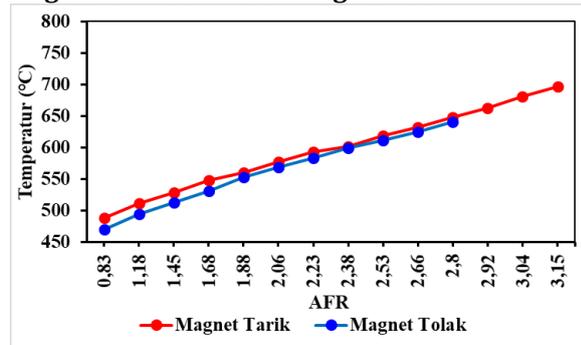
Gambar 6. Perbandingan hubungan AFR terhadap tinggi nyala api minyak B70 dengan medan magnet tarik dan medan magnet tolak.

Gambar 6 merupakan grafik perbandingan hubungan AFR terhadap tinggi nyala api minyak B70 medan magnet tarik dan medan magnet tolak, Dari perbandingan tersebut didapatkan tinggi nyala api paling

tinggi pada pembakaran medan magnet tolak dengan ketinggian awal 68,09 mm dibandingkan dengan nyala api magnet tarik dengan ketinggian awal 66,71 mm.

Medan magnet memberikan pengaruh pada tinggi nyala api oleh daya tarik medan magnet yang kuat. Dengan sifat udara yang paramagnetik (O₂), maka udara yang terus ditambahkan akan menjauhi zona reaksi karena pengaruh medan magnet yang kuat. Sedangkan bahan bakar yang mempunyai sifat diamagnetik (H₂O) akan tertahan di zona reaksi dikarenakan medan magnet yang kuat.

Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Temperatur Nyala Api Minyak B40 Dengan Medan Magnet Tarik dan Medan Magnet Tolak.



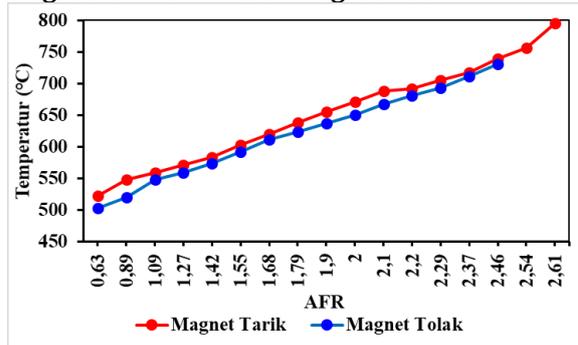
Gambar 7. Perbandingan hubungan AFR terhadap temperatur nyala api minyak B40 dengan medan magnet tarik dan tolak

Gambar 7 merupakan grafik perbandingan hubungan AFR terhadap temperatur nyala api minyak B40 medan magnet tarik dan medan magnet tolak. Dari perbandingan tersebut didapatkan temperatur nyala api paling tinggi pada magnet tarik, dengan temperatur 697°C dibandingkan dengan nyala api magnet tolak dengan temperatur 641°C.

Magnet tarik mempunyai temperatur tertinggi dikarenakan elektron pada reaktan menjadi lebih energik sehingga proses pembakaran jadi lebih cepat. Dimana O₂ dipompa masuk kedalam pembakaran dan peran H₂O yang membawa panas juga didorong masuk magnet sehingga temperatur nyala api dengan medan magnet tarik lebih tinggi dibandingkan pada pembakaran dengan medan magnet tolak dimana O₂ dipompak keluar yang berakibat pada minimnya reaksi pembakaran. Hal inilah yang membuat temperatur dari magnet tarik lebih tinggi.

Gambar 8 merupakan grafik perbandingan hubungan AFR terhadap temperatur nyala api minyak B40 medan magnet tarik dan medan magnet tolak. Dari perbandingan tersebut didapatkan temperatur nyala api paling tinggi pada magnet tarik, dengan temperatur 795°C dibandingkan dengan nyala api magnet tolak dengan temperatur 731°C.

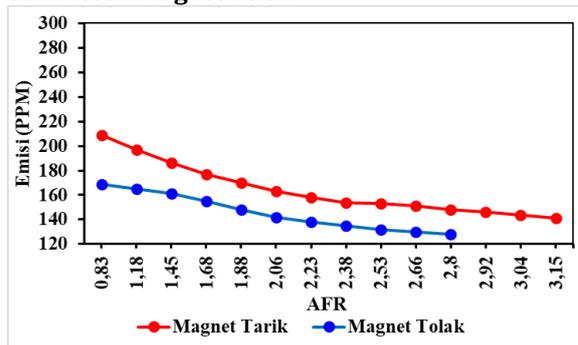
Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Temperatur Nyala Api Minyak B70 Dengan Medan Magnet Tarik dan Medan Magnet Tolak.



Gambar 8. Perbandingan hubungan AFR terhadap temperatur nyala api minyak B70 dengan medan magnet tarik dan tolak

Magnet tarik mempunyai temperatur tertinggi dikarenakan elektron pada reaktan menjadi lebih energik sehingga proses pembakaran jadi lebih cepat. Dimana O_2 dipompa masuk kedalam pembakaran dan peran H_2O yang membawa panas juga didorong masuk magnet sehingga temperatur nyala api dengan medan magnet tarik lebih tinggi dibandingkan pada pembakaran dengan medan magnet tolak dimana O_2 dipompak keluar yang berakibat pada minimnya reaksi pembakaran. Hal inilah yang membuat temperatur dari magnet tarik lebih tinggi.

Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Emisi Nox Nyala Api Minyak B40 Dengan Medan Magnet Tarik dan Medan Magnet Tolak



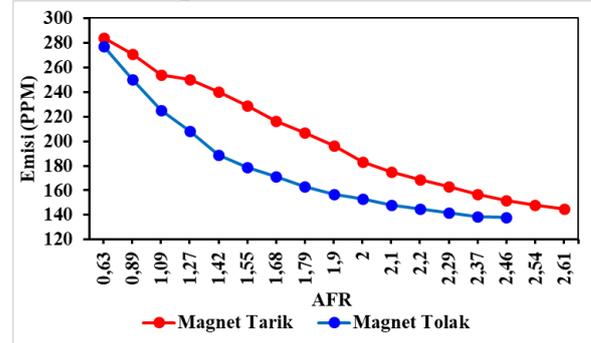
Gambar 9. Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Emisi Nox Nyala Api Minyak B40 Dengan Medan Magnet Tarik dan Medan Magnet Tolak

Gambar 9 merupakan grafik perbandingan hubungan AFR terhadap emisi nyala api minyak B40 medan magnet tarik dan medan magnet tolak. Dari perbandingan tersebut didapatkan emisi yang dihasilkan paling tinggi pada magnet tarik, dengan nilai sebesar 209 PPM dibandingkan dengan hasil emisi magnet tolak dengan nilai sebesar 169 PPM.

Perbandingan hubungan antara AFR dan emisi NO_x dalam konteks nyala api minyak B40 dengan medan magnet tarik dan medan magnet tolak, perlu diperhatikan bahwa medan magnet dapat

mempengaruhi karakteristik nyala api, termasuk distribusi dan kecepatan pembakaran, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi emisi NO_x .

Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Emisi Nox Nyala Api Minyak B70 Dengan Medan Magnet Tarik dan Medan Magnet Tolak



Gambar 10. Perbandingan Hubungan AFR Terhadap Emisi Nox Nyala Api Minyak B70 Dengan Medan Magnet Tarik dan Medan Magnet Tolak

Gambar 10 merupakan grafik perbandingan hubungan AFR terhadap emisi nyala api minyak B70 medan magnet tarik dan medan magnet tolak. Dari perbandingan tersebut didapatkan emisi yang dihasilkan paling tinggi pada magnet tarik, dengan nilai sebesar 284 PPM dibandingkan dengan hasil emisi magnet tolak dengan nilai sebesar 277 PPM.

Perbandingan hubungan antara AFR dan emisi NO_x dalam konteks nyala api minyak B70 dengan medan magnet tarik dan medan magnet tolak, perlu diperhatikan bahwa medan magnet dapat mempengaruhi karakteristik nyala api, termasuk distribusi dan kecepatan pembakaran, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi emisi NO_x .

PENUTUP

1. Medan magnet tarik dengan bahan bakar B70 menghasilkan nyala api paling lama.
2. Medan magnet tarik dengan bahan bakar B70 menghasilkan temperatur paling tinggi.
3. Medan magnet tolak dengan bahan bakar B40 menghasilkan nyala api tertinggi.
4. Medan magnet tolak dengan bahan bakar B40 menghasilkan nilai emisi NO_x terendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Bapak Sudadi dan Ibu Ikeu Suryani selaku orang tua saya yang selalu mendo'akan dan selalu mendukung untuk menyelesaikan penulisan tugas akhir saya.
2. Bapak Ir. Subagyo, M.T. selaku dosen pembimbing saya yang selalu memberikan masukan dan arahan mengenai tugas akhir saya.
3. Bapak Ir. Mochamad Choifin, S.T., M.T. selaku kepala program studi Teknik Mesin UMAHA.

4. Bapak Dr. Dony Perdana, S.T., M.T. dan Ibu Wiji Lestariningsih, S.Pd., M.Pd. selaku dosen penguji Tugas Akhir saya.
5. Segenap bapak/ibu dosen dan staff UMAHA.
6. Teman seperjuangan skripsi tim Premixed, Mas Bagus, Mas Ardika, Mas Mas Andhika.
7. Senior Tim Pembakaran yang sudah membantu menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman M19 selaku support sistem.
9. Beserta teman-teman yang belum sempat disebutkan diatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, D., Mesin, T., Teknik, F., Maarif, U., & Latif, H. (2019). *PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP KECEPATAN REAKTAN PEMBAKARAN PREMIXED MINYAK JARAK DAN MINYAK KELAPA B25 KARAKTERISTIK*. 2, 33–38.
- Al-Hamid, F., Leiwakabessy, J., & Bandjar, A. (2019). Analisis Komposisi Asam Lemak Pada Minyak Kelapa Fermentasi Dan Minyak Kelapa Tradisional. *Molluca Journal of Chemistry Education (MJoCE)*, 9(2), 99–108. <https://doi.org/10.30598/mjocevol9iss2pp99-108>
- Ariana, R. (2016). *PENGARUH JARAK TEMPUH DAN KONDISI TOPOGRAFI JALAN YANG DILEWATI KENDARAAN BERMOTOR RODA EMPAT TERHADAP KONSENTRASI EMISI HIDROKARBON (HC) DAN KARBON DIOKSIDA (CO₂)*. 1–23.
- Aristyanto, A. (2020). Peranan Variasi Perforated Plate Burner Pada Pembakaran Premixed Minyak Kelapa Murni Terhadap Karakteristik Nyala Api. *Mechonversio: Mechanical Engineering Journal*, 3(1), 18. <https://doi.org/10.51804/mmej.v3i1.835>
- Bahri La Muhaya, S., Wardana, I., & Widhiyanuriyawan, D. (2015). Pembakaran Premixed Minyak Nabati pada Bunsen Burner Type Silinder. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(1), 45–49. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2015.006.01.7>
- Basmatulhana, H. (2022). *Sifat-sifat Udara dan Manfaatnya*. DetikEdu.
- Busyairi, M., Muttaqin, A. Z., Meicahyanti, I., & Saryadi, S. (2020). Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(2), 933–940. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i2.1920>
- Cahyono, D. W. I. (2013). *Program studi teknik mesin fakultas teknik universitas 17 agustus 1945 surabaya 2013*.
- Cokorda Prapti Mahandari. (2010). *Fenomena Flame Lift-Up Pada Pembakaran Premixed Gas Propana* [Universitas Indonesia]. [http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20277930-D1164-Fenomena flame-full text.pdf](http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20277930-D1164-Fenomena%20flame-full%20text.pdf)
- Devita, L. (2015). Biodiesel Sebagai Bioenergi Alternatif Dan Prospektif. *Agrica Ekstensia*, 23–26.
- Farisi, H. Al, Kasir, & Alfatah, A. (2018). *Analisa Gas Buang Mesin Berteknologi EFI dengan Bahan Bakar Peralite dan Pertamina pada Honda Beat PGM-FI*.
- Hidayah, N. (2022). *Mengenal Pengertian Atom, Molekul, dan Ion / Fisika Kelas 9*. Ruang Guru.
- Mesin, J. T., Teknik, F., & Brawijaya, U. (2016). *PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP WARNA API PEMBAKARAN PREMIX MINYAK KELAPA*. 8, 17–20.
- Mirzayanti, Y. W., Udyani, K., Cahyaningsih, R., & Darmawan, M. P. T. (2022). KONVERSI MINYAK BIJI KAPUK MENJADI BIODIESEL MENGGUNAKAN KATALIS CaO/HTC. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(2), 417–425. <https://doi.org/10.21776/jrm.v13i2.1045>
- Ningsih, E. S. (2017). Magnet, Jenis Magnet dan Peruntukannya dalam Pembelajaran. *Ilmu Pendidikan*, 284.
- Octavia, R. Z. (2011). PEMBUATAN DAN UJI KUALITAS BAHAN BAKAR ALTERNATIF (BIODIESEL) DARI MINYAK KELAPA (Cocos nucifera). *Fakultas Sains Dan Teknologi: Universitas Islam Negeri (Uin) Alauddin. Makassar*, 1–82.
- Parmana, I. P. D. (2014). *Pengaruh Gradien Medan Magnet Terhadap Kecepatan Api Premixed Minyak Bunga Matahari*. Universitas Brawijaya.
- Perdana, D. (2022). *Pengaruh Variasi Arah Medan Magnet Pembakaran Premixed Minyak Nabati terhadap Karakteristik Nyala Api pada Tungku Industri*. 43(3), 280–286. <https://doi.org/10.14710/teknik.v43i3.39701>
- Perdana, D., Adiwidodo, S., Subagyo, & Winarko, W. A. (2022). the Role of Perforated Plate and Orientation of the Magnetic Fields on Coconut Oil Premixed Combustion. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 67(2), 77–84. <https://doi.org/10.35633/inmateh-67-07>
- Perdana, D., & Gunawan, E. (2018). Perilaku Dan Kestabilan Nyala Api Pada Pembakaran Premixed Minyak Biji Kapas Terhadap Variasi Air Fuel Ratio. *Perilaku Dan Kestabilan Nyala Api Pada Pembakaran Premixed Minyak Biji Kapas Terhadap Variasi Air Fuel Ratio, 2018(November)*, 239–246.
- Perdana, D., Yuliati, L., Hamidi, N., & Wardana, I. N. G. (2020). The Role of Magnetic Field Orientation in Vegetable Oil Premixed

- Combustion. *Journal of Combustion*, 2020, 2145353.
<https://doi.org/10.1155/2020/2145353>
- Purnami. (2019). *Pengaruh karbon aktif terhadap kecepatan api pembakaran premixed minyak kelapa*. V(1), 65-69.
- Purnami. (2021). *PERBANDINGAN INTERAKSI KARBON AKTIF DENGAN POLARITAS MINYAK NABATI TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN PREMIXED*. March 2020, 79-86.
- Purnomo, V., Hidayatullah, A. S., Inam, A., Prastuti, O. P., Septiani, E. L., & Herwoto, R. P. (2020). Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar Dengan Transesterifikasi Metanol Subkritis. *Jurnal Teknik Kimia*, 14(2), 73-79.
https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v14i2.2032
- Rahardja, I. B., Sukarman, & Ramadhan, A. I. (2019). Analisis Kalori Biodiesel Crude Palm Oil (CPO) Dengan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS). *Jurnal UMJ*, 3, 1-12.