



PENGOLAHAN MINYAK JELANTAH SEBAGAI PENGGANTI BAHAN BAKAR MINYAK PADA KOMPOR MINYAK BERTEKANAN

Nurhikmah Wahab*

Program Studi Kimia Universitas Teknologi Sulawesi

Diterima: 18 April 2022 Direvisi: 15 Mei 2022 Diterbitkan : 05 Juli 2022

ABSTRACT

Used cooking oil (Jelantah's oil) is a frying rest oil which can't be used again to fry because it contains compounds that are quite dangerous for human health, which can be destructive for humans healthy. Beside to reduce an ambient contamination, used cooking oil can be recycled as an alternative fuel, in this case as to replace kerosene. The purpose of this study was to determine the effect of the primary Air Fuel Ratio on the combustion process in pressurized stove oil and knowing whether or not the direct combustion process of used cooking oil as an alternative fuel. The filth on used cooking oil must be removed to avoid a streaming gagging on coil. Analyzing used cooking oil water rate. Fuel tank loaded with used cooking oil. Fill the compressor with an air to pressurize the fuel tank. Used cooking oil streamed inside the tank by manages flow rate then stream air with regulatory crane so up to scale which particular on flowmeter gases. Ruled air flow rate with scales regulatory crane flowmeter until up to stable state on appreciative given. Measuring temperature on burn tool with positioning different one (Spuyer, burner, burner's tip, kindled tip). The larger the primary Air Fuel Ratio, the better the mixing so that the total conversion of triglycerides into CO₂ and CO products is greater. Used cooking oil may be directly used as an alternative fuel into an oil stove, especially pressured oil stove.

Keywords: biodiesel, transesterifikasi, used cooking oil (jelantah's oil)

PENDAHULUAN

Ketersediaan bahan bakar minyak bumi semakin hari semakin terbatas kapasitasnya. Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan industri mengakibatkan peningkatan konsumsi bahan bakar salah satunya minyak tanah. Kelangkaan bahan bakar minyak tanah saat ini berhubungan langsung dengan rencana pemerintah untuk beralih dari bahan bakar minyak tanah ke bahan bakar gas pada awal tahun 2007. Di tengah krisis bahan bakar saat ini, maka bermuncullah berbagai pemikiran untuk mengembangkan sumber energi alternatif.

Salah satunya adalah pemanfaatan bahan nabati sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi yaitu *biofuel*. *Biofuel* dihasilkan dari minyak nabati, seperti kelapa sawit, jarak pagar, kacang tanah, kelapa, dan sebagainya. Indonesia, sebagai negara agraria mempunyai peluang sangat besar untuk megembangkan *biofuel* sebagai energi alternatif pengganti minyak diesel (solar), minyak bakar, bahan minyak tanah (kerosin).

Minyak jelantah tidak dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar pengganti diesel atau minyak tanah dikarenakan tingginya titik nyala dan kekentalan. Untuk

*Correspondence Address

E-mail: nurhikmahwahab05@gmail.com

mengatasi permasalahan tersebut maka asam lemak yang terkandung dalam minyak nabati harus dikonversi menjadi suatu alkil ester (metil ester atau etil ester) yang memiliki rantai karbon pendek. Beberapa metode telah digunakan untuk memperoleh *fatty acid methyl ester* (FAME) dari trigliserida diantaranya transesterifikasi berkatalis basa atau asam. Pada prinsipnya, proses transesterifikasi adalah mengeluarkan gliserin dari minyak jelantah pada suasana asam atau basa dan mereaksikan asam lemak bebasnya dengan alkohol (misalnya metanol) menjadi alkohol ester (*Fatty Acid methyl Ester*/FAME).

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menangani limbah rumah tangga yang ada. Pemanfaatan lain minyak goreng bekas yang bisa dikembangkan adalah sebagai bahan bakar dalam pembakaran langsung terhadap minyak goreng bekas tanpa melalui proses pendahuluan seperti alkoholis yang sudah sering dilakukan, jadi pembakaran langsung minyak bekas akan menghemat waktu (karena tanpa melalui proses alkoholis) dan biaya karena tidak menggunakan reaktor dan katalis proses alkoholis. Dari beberapa hal yang diuraikan diatas maka yang perlu dipertimbangkan dalam mengembangkan yakni antara lain diperlukan sumber bahan dasar industri oleokimia alternatif untuk

mengurangi penggunaan sumber-sumber alam, perlunya melakukan identifikasi minyak goreng bekas dengan mempelajari gugus fungsi setelah adanya pemakaian. bagaimana mengolah minyak goreng bekas menjadi salah satu bahan bakar alternatif pada rumah tangga, bagaimana memanfaatkan minyak goreng bekas menjadi produk lain yang bernilai ekonomis tinggi.

Menurut Fatah, dkk (2013) bahwa beberapa minyak nabati dipergunakan sebagai bahan bakar untuk bahan bakar kompor di dapur misalnya minyak dari biji jarak pagar, kapas dan kapuk. Minyak nabati mempunyai potensi untuk digunakan pengganti minyak tanah. Minyak jelantah merupakan minyak sisa penggorengan yang sudah tidak dapat digunakan lagi untuk menggoreng dikarenakan mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik. Minyak jelantah biasanya dihasilkan oleh restoran-restoran dan sampah dapur rumah tangga yang biasanya dibuang tanpa pemanfaatan lebih lanjut. Pemanfaatan limbah minyak jelantah selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan juga sebagai bahan baku untuk penggunaan bahan bakar alternatif, yaitu sebagai pengganti minyak tanah.

Sehubungan dengan banyaknya limbah minyak jelantah dari sisa industri ataupun rumah tangga, maka perlu dilakukan upaya mendaur ulang minyak jelantah sebagai bahan bakar biofuel yaitu bahan bakar yang

berasal dari bahan-bahan organik. Minyak jelantah termasuk minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah. Sebagian besar minyak nabati dapat digunakan untuk bahan bakar kompor baik yang menggunakan sumbu maupun kompor tekan (I Ketut Gede Wirawan, 2014).

Burner adalah alat yang digunakan untuk membakar *fuel* dengan *oxidizer* untuk mengubah energi dalam *fuel* menjadi thermal energi. Sistem pembakaran mungkin memiliki satu atau banyak burner, tergantung kebutuhan. Perancangan tipe burner didasarkan atas: *fuels, oxidizer, geometri combustion chamber, enviromental regulations, ukuran thermal input* dan kebutuhan heat transfer, yang termasuk didalamnya seperti *flame temperature, distribusi panas*. (Baukal,dkk., 2000).

Reaksi pembakaran adalah reaksi kimia oksidasi yang disertai timbulnya kalor yang cukup signifikan. Secara sederhana suatu reaksi kimia pembakaran akan terjadi apabila ada bahan bakar (*fuel*) dan oksigen sebagai oksidan dan temperaturnya lebih besar dari titik nyala/*ignition temperature* (Rohmat, 2001).

Tahapan pembakaran bahan bakar yang berbentuk butiran meliputi :

1. Pemanasan awal (*heating up*)
2. Penguapan air(*evaporation of water*)
3. Penguapan senyawa (*devolatization*)

4. Atomisasi dan reaksi pemabakaran/*chain combustion* (Strahle, 1993).

Nyala hanya dapat terjadi pada suatu perbandingan komposisi bahan bakar dan udara yang tepat *flammability limits*. *Flammability limits* tersebut adalah pada suatu daerah dimana perbandingan komposisi (udara dan bahan bakar) dapat terjadi nyala (ignition) dan rambatan nyala (propagation flames) dengan bantuan disajikan dalam bentuk ratio volume bahan bakar terhadap kebutuhan udara.

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi pembakaran adalah :

1. Temperatur

Penentuan temperatur awal sangat mempengaruhi proses pembakaran, karena menentukan tercapai tidaknya suhu yang lebih besar dari titik nyala (*ignition temperature*).

2. Perbandingan udara pembakaran dengan bahan bakar.

Penggunaan salah satu reaktan secara berlebihan pada reaksi bolak-balik akan menggeser kesetimbangan reaksi kekanan dan dapat menimbulkan tumbukan antar reaktan, sehingga produk yang dihasilkan lebih banyak. Pemakaian salah reaktan berlebih dapat meningkatkan kecepatan reaksi, karena memungkinkan terjadinya tumbukan yang lebih besar sesuai dengan persamaan Arhenius akan meningkatkan kecepatan reaksi, tapi dengan adanya pasokan udara yang berlebih maka akan

terjadi *blow off* atau *flashback* yang mengganggu kestabilan *flames*, namun jika terjadi kekurangan udara maka reaksi pembakaran berlangsung tidak sempurna, yang bisa menghasilkan emisi gas CO yang sangat berbahaya.

3. Pencampuran reaktan (udara pembakaran dengan bahan bakar)

Makin besar pencampuran antar reaktan menaikkan tumbukkan antar reaktan sehingga semakin besar kemungkinan zat akan bereaksi sehingga akan menggeser kesetimbangan reaksi kekanan, sehingga produk yang dihasilkan lebih banyak.

4. Lama waktu reaksi

Untuk sistem makin lama waktu reaksi makin kesempatan zat-zat untuk bereaksi semakin banyak sehingga konversi reaksi semakin besar. Jika kesetimbangan reaksi tercapai, bertambahnya waktu reaksi akan memperbesar hasil yang terbentuk

5. *Water vapour flue gas*

Water vapour flue gas dapat berasal dari water vapour dalam combustion air, moisture fuel dan hidrogen dalam fuel. Kandungan air dalam udara mengurangi efisiensi reaksi pembakaran karena panas digunakan juga menguapkan kandungan air. Adanya hidrogen menyebabkan pembentukan H₂O yang akan menurunkan *heating value*.

6. Diameter *spuyer* dan tekanan

Ukuran diameter *spuyer* dan tekanan sangat mempengaruhi ukuran butiran minyak yang disemprotkan.

Penelitian ini menggunakan kompor minyak yang dilakukan modifikasi dibanding dengan kompor minyak biasanya digunakan oleh penjual gorengan atau penjual bakso karena kompor ini khusus pada burnernya dilakukan modifikasi dimana memiliki ruang stabilisasi yang berfungsi sebagai tempat pemanasan awal dan tempat menguapkan sebagian minyak yang akan keluar *spuyer*. Ruang stabilisasi ini terletak diatas posisi *spuyer* dan burner, sehingga diharapkan panas reaksi pembakaran yang telah terjadi bisa digunakan untuk memanaskan dan menguapkan minyak dan udara primer yang bertindak sebagai pengatomisasi (pengkabutan) minyak yang akan keluar melalui *spuyer*.

Burner dilengkapi dengan koil sebagai tempat mengalirnya minyak dan udara yang akan keluar melalui *spuyer*, jadi panas reaksi sekaligus digunakan untuk memanaskan reaktan yang akan keluar dari *spuyer*. Pemanasan awal ini dilakukan untuk menurunkan viskositas minyak sehingga mempermudah minyak untuk mengalir keluar *spuyer* dan mengalami atomisasi oleh udara *spuyer*. Burner ini menggunakan mekanisme pengatomisasian minyak dengan sistem Oil Pressure dan Low Pressure Air karena menggunakan minyak dan udara bertekanan untuk mengatomisasikan minyak mejadi butiran minyak yang kecil sehingga luas bidang kontak antara reaktan semakin meningkat.

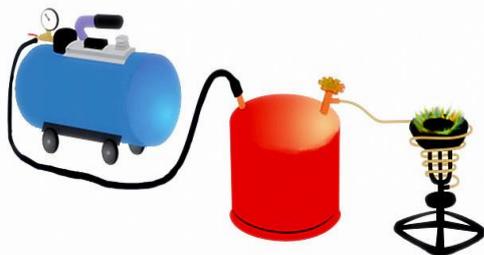
Setelah udara primer dan minyak bercampur pada burner kemudian keluar bersama-sama dari nozzle burner dengan turbulensi bertemu dengan udara sekunder dari lingkungan dan mengalami reaksi pembakaran.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh *Air Fuel Ratio* primer terhadap proses pembakaran pada minyak kompor bertekanan dan mengetahui dapat tidaknya proses pembakaran langsung terhadap minyak goreng bekas sebagai bahan bakar alternatif.

METODE PENELITIAN

Dalam pengumpulan dan pengolahan data, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Alat dan bahan yang digunakan



Gambar 1. Rangkaian Alat Percobaan Pada Kompor Minyak Bertekanan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa kompresor sebagai penyedia udara pembakaran, tangki sebagai tempat bahan bakar minyak, burner sebagai tempat/alat pembakaran, dan silinder cerobong sebagai *furnace/ chamber*. Sedangkan untuk alat ukur yang digunakan yaitu termokopel untuk

mengukur T pada berbagai posisi, rotameter sebagai alat tera laju alir bahan bakar minyak jelantah, flowmeter gas sebagai alat tera laju alir bahan bakar udara dan laju alir gas hasil pembakaran, dan Alat ukur kadar emisi gas hasil pembakaran. Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak goreng bekas yang diperoleh dari penjual Lesehan dan Gorengan di wilayah kota Makassar, udara berasal dari kompresor udara yang didapat dari udara atmosfer, dan kerosin sebagai preheating agent

2. Prosedur Penelitian

a) Penyiapan bahan baku

Minyak goreng bekas disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang ada, agar tidak menyumbat pipa aliran alat, kemudian mengisi tangki kompresor dengan udara sampai tekanan 5 atm.

b) Pelaksanaan penelitian pembakaran

Mengisi tangki bahan bakar dengan minyak goreng bekas, kemudian kompresor dijalankan untuk memberi tekanan pada tangki minyak goreng bekas dan untuk mengalirkan udara dari kompresor, lalu memberikan kerosin ke dalam nampan kemudian membakarnya untuk memanasi alat, udara dan minyak goreng bekas dalam pipa-pipa aliran burner, mengalirkan minyak goreng bekas dengan mengatur keran pengatur sehingga mencapai skala tertentu pada rotameter minyak goreng bekas dengan mengatur keran pengatur sehingga mencapai

skala tertentu pada flowmeter gas, minyak dan udara terpanasi oleh *preheating* kerosin pada koil dan pipa stabilisasi sehingga sebagian minyak menjadi uap dan kemudian semua minyak bercampur dengan udara bersama-sama keluar melalui spuyer. jika suhu keluar *spuyer* diatas titik *flash point* minyak goreng bekas, maka dengan rasio udara dan minyak goreng bekas yang tertentu akan menyebabkan terjadinya semburan dan nyala api, kemudian mengatur aliran udara dengan keran pengatur hingga skala flowmeter mencapai keadaan stabil pada nilai tertentu, mengatur aliran minyak goreng bekas dengan keran pengatur hingga skala rotameter mencapai keadaan stabil pada nilai tertentu, dan mengukur suhu pada alat pembakaran pada berbagai posisi (Tspuyer, Tburner, Tujung burner, Tujung nyala).

3. Variabel proses dan parameter monitoring

a) Variabel Proses yang dipilih adalah Air Fuel Rasio Udara Primer (AFRup) dengan ketentuan laju alir minyak tetap sebagai variabel terikat dan laju alir udara berubah sebagai variabel bebas, yang kemudian di ukur temperaturnya pada berbagai posisi pada burner, dan laju alir udara tetap sebagai variabel terikat dan laju alir minyak berubah sebagai variabel bebas, yang kemudian di ukur temperaturnya pada berbagai posisi pada burner.

Parameter monitoring yang dilakukan adalah pengukuran komposisi GHP, Tspy, Tburner, Tub, Tuj sebagai variabel terikat untuk menentukan derajat kesempurnaan reaksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan meliputi pengaruh air fuel ratio terhadap suhu pada empat posisi tertentu sepanjang burner yakni : suhu cairan keluar spuyer (Tsp), suhu burner (Tb), suhu pada ujung burner (Tub) dan suhu pada ujung nyala (Tuj), komposisi gas hasil pembakaran dan konversi reaksi pembakaran yang terjadi.

1. Pengaruh AFR terhadap Temperatur Burner pada berbagai posisi

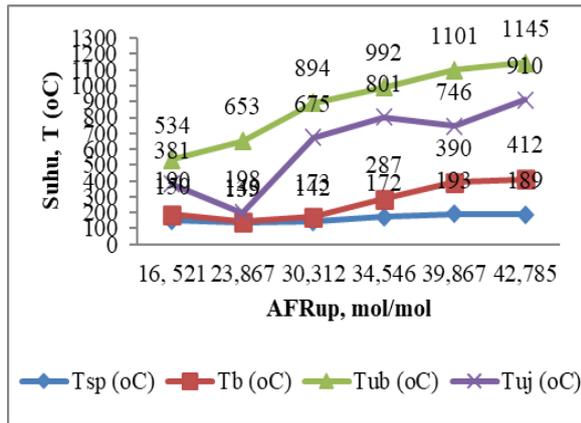
Pengaruh AFR terhadap temperatur burner pada berbagai posisi dilakukan dengan dua cara yaitu :

- a. AFRup dengan F_{MGB} tetap dan Fup divariasikan
- b. AFRup dengan Fup tetap dan F_{MGB} yang divariasikan

Pengaruh AFR terhadap temperatur burner pada pada posisi :

a. AFRup dengan F_{MGB} tetap dan Fup divariasikan

- 1) Dari data pengamatan pengaruh AFRup terhadap temperature (T) dengan laju alir minyak F_{MGB} konstan pada 18,45 ml/menit dapat dilihat pada gambar 2. berikut.



Gambar 2. Hubungan AFRup dan T pada F_{MGB} 18,45 ml/menit

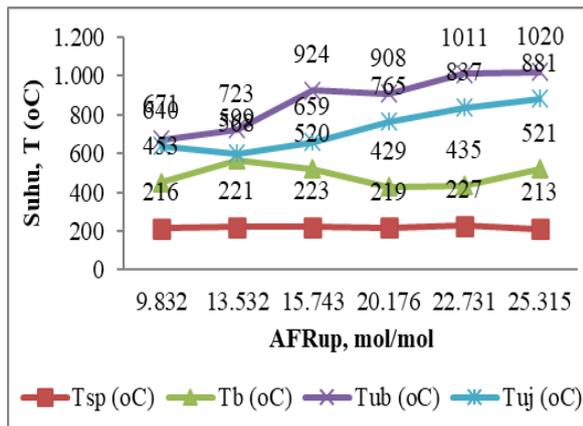
Pada gambar 2 menunjukkan adanya kecenderungan bahwa semakin besar AFRup pada F_{MGB} 18,45 ml/menit, Tsp cenderung naik kemudian turun pada AFRup sebesar 42,785 mol/mol dengan suhu spuyer 189 °C. Minyak goreng bekas dan udara yang keluar spuyer sebagian besar masih berupa cairan dan sebageian besar minyak belum mengalami reaksi pembakaran.

Disamping itu, data menunjukkan adanya kecenderungan bahwa dengan semakin besar AFRup pada F_{MGB} tetap sebesar 18,45 ml/menit suhu burner naik sebanding dengan kenaikan AFRup akan tetapi pada perubahan AFRup dari 39,867 mol/mol kenaikan ARFup relative kecil dibanding dengan perubahan AFRup yang lain, jadi perubahan suhu burner jelas terlihat mengalami penurunan karena adanya udara sekunder yang masuk dalam system pembakaran, sehingga panas reaksi juga digunakan untuk menaikkan udara sekunder yang masuk, akibatnya terjadi penurunan

temperature, tapi kemudian mengalami kenaikan kembali karena reaksi pembakaran sudah berjalan baik kembali karena temperatur udara sekunder sudah mengalami reaksi oksidasi kembali dengan minyak goreng bekas, perubahan temperature juga berhubungan dengan kestabilan api (*flame stability*).

Seperti pada gambar 2 juga terlihat adanya kecenderungan bahwa dengan semakin besar AFRup pada F_{MGB} tetap sebesar 18,45 ml/menit, suhu ujung nyala naik sebanding dengan kenaikan AFRup pada posisi ini sisa reaktan yang belum mengalami reaksi oksidasi pada posisi sebelumnya akan mengalami reaksi oksidasi pada posisi ini. Suhu ujung nyala juga naik sebanding dengan kenaikan AFRup karena semakin besar udara primer yang berkontak terlebih dahulu dengan minyak sehingga pencampuran awal reaktan sebelum keluar burner lebih sempurna, dan dengan udara primer yang makin besar maka semakin banyak minyak yang teratomisasikan oleh udara primer sehingga luas bidang kontak reaksi semakin luas akibatnya kecepatan reaksi meningkat seiring dengan peningkatan suhu. Suhu ujung nyala (Tuj) maksimum pada 910 °C pada AFRup 42,785 mol/mol

2) Dari hasil pengamatan pada laju alir minyak konstan 28,17 ml/menit dapat dilihat pada gambar 3 berikut :



Gambar 3. Hubungan AFRup dan T pada F_{MGB} 28,17 ml/menit

Pada gambar 3 tersebut di atas terlihat bahwa terdapat kecenderungan semakin besar AFRup pada F_{MGB} tetap sebesar 28,17 ml/menit, suhu spuyer cenderung naik kemudian turun tetapi pada umumnya kelihatan hampir sama. Pada suhu spuyer 219°C minyak goreng bekas dan udara yang keluar spuyer sebagian besar masih berupa cairan dan sebagian besar minyak yang belum mengalami reaksi pembakaran. Suhu spuyer mengalami fluktuasi karena pengaruh factor kestabilan api (*flam stability*). juga terlihat adanya kecenderungan bahwa dengan semakin besar AFRup pada F_{MGB} tetap sebesar 28,17 ml/menit, suhu burner naik sebanding dengan kenaikan AFRup akan tetapi pada perubahan AFRup sekitar 13,532 mol/mol suhu burner mengalami kenaikan yang sangat besar kemudian turun sampai pada AFRup 20,176 mol/mol dan akhirnya mengalami kenaikan suhu sebanding dengan kenaikan AFRup. Hal ini terjadi karena sebagian besar minyak dan udara sudah

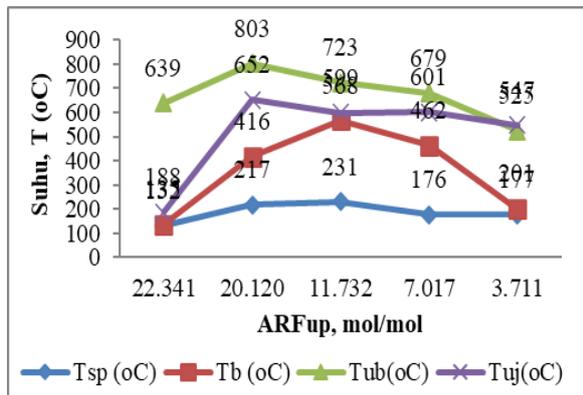
mengalami reaksi pembakaran pada posisi burner akibatnya terlihat pada AFRup 13,532 mol/mol suhu ujung burner dan suhu ujung nyala mengalami penurunan, hal ini terjadi karena sebagian besar reaktan sudah banyak yang bereaksi diposisi burner, sehingga yang mengalami reaksi pembakaran pada ujung nyala juga tinggal sedikit, akibatnya suhu ujung nyala mengalami kenaikan sebanding dengan kenaikan AFRup karena semakin besar AFRup semakin banyak udara primer yang mengatomisasi minyak sehingga luas bidang kontak antara minyak dan udara meningkat, akibatnya reaksi pembakaran juga mengalami kenaikan. Suhu ujung nyala (Tuj) maksimum pada 841 °C pada AFRup 25,315 mol/mol

Dari gambar di atas, terlihat bahwa dengan semakin besar F_{MGB} , maka daerah operasi burner memiliki nilai AFRup yang makin kecil hal ini berhubungan dengan kapasitas volume alat yang sudah tertentu pada burner, daerah operasi burner pada F_{MGB} yang berbeda tersebut antara lain daerah operasi AFRup untuk F_{MGB} konstan sebesar 18,45 ml/menit berkisar antara 16,52 sampai 42,78 mol/mol, sedangkan untuk daerah operasi AFRup untuk F_{MGB} konstan sebesar 28,17 mL/menit berkisar antara 9,8 sampai 25,31 mol/mol.

b. AFR dengan Fup tetap dan F_{MGB} yang divariasikan

1) Hasil pengamatan pengaruh AFRup terhadap suhu dengan laju alir udara (Fup

konstan 3107,412 ml/menit) dapat dilihat pada gambar 4. berikut :



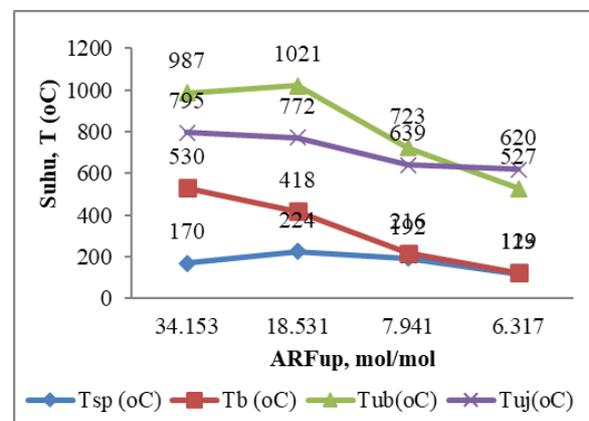
Gambar 4. Hubungan AFRup dan T pada F_{UP} 3056,765 ml/menit

Pada gambar 4 terlihat ada kecenderungan bahwa suhu spuyer cenderung naik sebanding dengan kenaikan AFRup dan maksimum pada pada AFRup 11,732 mol/mol sebesar 231°C hal ini terjadi karena pada AFRup dibawah 7,017 mol/mol udara yang ada belum mencukupi untuk mengatomisasi semua minyak, sehingga reaksi pembakaran cenderung kecil, sehingga reaksi pembakaran cenderung kecil tetapi dengan membesarnya AFRup maka udara primer sebagai pengatomisasi minyak semakin bertambah akibatnya suhu spuyer mengalami kenaikan tapi pada AFRup lebih dari 20,120 mol/mol , udara primer yang ada terlalu berlebihan, sehingga panas reaksinya juga digunakan untuk menaikkan suhu N₂ yang ada, hal ini juga berlaku untuk posisi yang lain, yaitu Tb, Tub,Tuj. Nilai suhu burner lebih tinggi daripada Tsp, karena lebih banyak reaktan yang bereaksi pada burner

daripada pada posisi fluida keluar spuyer, karena fluida yang keluar, sebagian besar belum menguap, sehingga reaksinya lebih kecil daripada pada posisi burner. Suhu burner tertinggi sebesar 568 °C pada AFRpn sebesar 11,732 mol/mol.

Nilai suhu ujung burner merupakan suhu tertinggi karena pada posisi ini, sebagian besar reaktan mengalami reaksi pembakaran, suhu ujung burner tertinggi sebesar 803°C pada AFRup sebesar 20,120 mol/mol. Suhu ujung nyala merupakan suhu pada posisi ujung nyala dimana pada posisi ini terjadi pembakaran sisa minyak yang belum terbakar pada posisi sebelumnya. Suhu ujung yala memiliki kecenderungan yang sama dengan suhu ujung burner. Suhu ujung nyala tertinggi sebesar 652 °C pada AFRpn sebesar 20,120 mol/mol.

2) Hasil pengamatan pengaruh AFRup terhadap suhu dengan laju alir udara (Fup konstan 4120,312 ml/menit dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Hubungan AFRup dan T pada F_{UP} 4120,312 ml/menit

Pada gambar 5 terlihat adanya kecenderungan bahwa suhu spuyer cenderung naik sebanding dengan kenaikan AFRup dan maksimum pada pada AFRup 18,531 mol/mol sebesar 224 °C, terlihat bahwa semakin besar AFRup maka suhu spuyer semakin besar tetapi mulai suatu saat dengan membesarnya AFRup maka suhu cenderung konstan dan akhirnya menurun. Pada AFRup rendah udara yang ada belum mencukupi untuk mengatomisasi minyak, sehingga reaksi pembakaran cenderung kecil sedangkan dengan membesarnya AFRup maka udara primer sebagai pengatomisasi minyak semakin bertambah akibatnya suhu spuyer mengalami kenaikan, tapi pada AFRup lebih dari 18,531 mol/mol, udara primer yang ada terlalu berlebihan, sehingga panas reaksinya juga digunakan untuk menaikkan suhu N₂ yang ada sehingga suhu spuyer mengalami penurunan.

Suhu burner cenderung naik seiring dengan membesarnya AFRup, suhu burner tertinggi 530°C pada AFRup sebesar 34,153 mol/mol. Suhu ujung burner cenderung naik seiring dengan membesarnya AFRup, suhu ujung burner tertinggi 1021°C pada AFRup sebesar 18,531 mol/mol kemudian dengan kenaikan AFRup maka suhu ujung burner turun karena terlalu banyak udara primer yang ada sehingga panas sistem juga digunakan untuk memanaskan N₂ dalam udara sehingga suhu ujung burner mengalami penurunan. Suhu ujung burner merupakan

suhu tertinggi karena pada posisi ini, sebagian besar reaktan mengalami reaksi pembakaran. Suhu ujung nyala merupakan suhu pada posisi ujung nyala dimana pada posisi ini terjadi pembakaran sisa minyak yang belum terbakar pada posisi sebelumnya. AFRup semakin besar maka suhu ujung nyala semakin besar. Suhu ujung nyala tertinggi sebesar 771 °C pada AFRup sebesar 18,531 mol/mol.

Dari gambar diatas terlihat bahwa dengan semakin besar Fup, maka daerah operasi burner memiliki nilai AFRup yang makin besar hal ini karena pada F_{UP} yang semakin besar maka semakin banyak membutuhkan minyak sebagai bahan bakar agar reaksi meningkat, daerah operasi burner pada F_{UP} yang berbeda yaitu daerah operasi AFRup untuk F_{UP} konstan sebesar 3107,412 mL/menit) berkisar antara 3,711 sampai 22,341 mol/mol sedangkan untuk daerah operasi AFRup untuk F_{UP} konstan sebesar 4120,312 mL/menit) berkisar antara 6,371 sampai 34,153 mol/mol

2. Pengaruh AFR Primer pada komposisi gas hasil pembakaran

Dari pengamatan dan pengukuran diperoleh gas hasil pembakaran seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 1. AFRup pada komposisi GHP

AFRup,mol/mol	CO ₂	CO	HC	O ₂	NO _x
5,029	9,86	8,54	0,08	1,37	0
6,013	9,91	7,27	0,11	0,89	0
9,687	11,93	3,47	0,04	20,79	0
13,989	5,23	1,2	0,02	17,47	0
15,412	0,08	0,08	0,008	20,59	0

Data pada tabel 1 di atas memiliki kecenderungan bahwa dengan semakin besar AFRup, maka semakin besar udara yang masuk, oksigen juga semakin banyak. Tapi pada saat awal yang memiliki AFR rendah, Oksigennya juga kecil system pembakaran cenderung kekurangan Oksigen sehingga memakai semua Oksigen untuk bereaksi, sehingga reaksi cenderung tidak sempurna. Tapi dengan semakin membesarnya AFRup, maka otomatis semakin bagus, udara sekunder yang masuk ke system juga semakin besar akibatnya reaksi meningkat sehingga %CO₂ meningkat, % CO menurun, % sisa HC juga menurun, tapi suatu saat dengan membesarnya AFRup, maka akan terdapat banyak sekali udara sehingga N₂ sebagai inert gas juga besar, akibatnya panas reaksi juga digunakan untuk menaikkan temperatur N₂, sehingga akhirnya reaksi akan mengalami penurunan, sehingga % CO₂ turun.

Pada tabel 1 juga terlihat bahwa pembakaran minyak goreng bekas tidak menghasilkan emisi gas NO_x, ini berarti aman bagi lingkungan. Pembakaran minyak

goreng bekas ini masih menghasilkan gas CO minimum 0,01 % mol yang dibandingkan dengan pembakaran fuel oil pada small burner oil menghasilkan emisi gas CO rata-rata 50ppm (Bucher., et.el.,2000), ini berarti perlu upaya memperbaiki proses untuk meminimumkan gas CO agar aman bagi lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa :

- 1.Semakin membesarnya Air Fuel Ratio primer, pencampuran akan semakin baik sehingga konversi total trigliserida menjadi produk CO₂ dan CO semakin besar
- 2.Pembakaran minyak goreng bekasnya tidak menghasilkan emisi gas NO_x, ini berarti aman bagi lingkungan sehingga minyak goreng bekas dapat secara langsung digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada kompor minyak khususnya kompor minyak yang bertekanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina. 2013. Statistik Minyak dan Gas Bumi 2013, Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi
- Charless E Baukal, Colannino, J., Bussman, W.2000. *“Industrial Burner”* CRC Press LLC
- Fatah, G.S., A. D. Hastono, dan Soebandi. 2013. Modifikasi Dan Uji Kinerja Kompor Bertekanan Tipe Tabung Dengan Bahan Bakar Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas L*) Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 14 No. 2. p 87-94
- Kiagus Ahmad Roni, 2012. Pembuatan Biodiesel Biji Kepuh (*Sterculia Foetida L*) dengan proses Alkoholis dengan katalisator buangan proses perengkahan minyak bumi Pertanian Unit II Palembang, Jurnal Dinamika Penelitian
- Mujadin, A. Jumianto, S. Puspitarini, R.L.2014. Pengujian Kualitas Minyak Goreng Berulang Menggunakan Metode Uji Viskosit dan Perubahan Fisis. Jurnal Al-Azhar Indonesia SeSSains dan Teknologi. Vol. 2 No. 4. 229- 233).
- Napitupulu, F. H, (2006), Pengaruh Nilai Kalor (*Heating Value*) Suatu Bahan Bakar Terhadap Perencanaan Volume Ruang Bakar Ketel Uap Berdasarkan Metode Penentuan Nilai Kalor Bahan Bakar yang Dipergunakan, Jurnal Sistem Teknik Industri Vol. 7, No.1
- Pradnyan, G, 2014, Nasionalisme Migas, Banten: Nayyotama Press Holdings.
- Rohmat, T.A, 2001. Simulasi Numerik Karakteristik Pembakaran Bahan Bakar Cair pada Aliran *Double Concentric Diffusion Jet Flame* Dengan CFD
- Supriyanto, Joko. 2018. Proses Pembuatan Rangka *Sand Mixer Machine*. Laporan Proyek Akhir. Yogyakarta.
- Strahle,U.1993. *Ultraviolet irradiation impairs epiboly in zebrafish embryos: evidence for a microtubule-dependent mechanism of epiboly. Development (Cambridge, England)*. 119:909-919.
- Tamrin. 2013. Gasifikasi Minyak Jelantah pada Kompor Bertekanan. Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Lampung. 2(2): 117.
- Wirawan, I.K.G. Juli 2014. Penggunaan Minyak Goreng Bekas untuk Kompor Bertekanan. *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan. Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan (Green Technology)* untuk perkembangan Pariwisata. Vol. 2 No. 1 ISSN : 2338-414X. (105-108)