

**DESAIN MEKANISME PEMASUKAN SYNGAS DAN UJI UNJUK
KERJA MOTOR DIESEL SISTEM BAHAN BAKAR GANDA BIODIESEL
100% - SYNGAS HASIL GASIFIKASI**

Hanif Nugroho¹, Arif Rahman Saleh², Kun Suharno³ *Jurusan
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar*
hanief.120@gmail.com¹, arifrahmansaleh@untidar.ac.id²,
kunsuharnoteknikmesin@gmail.com³

ABSTRAK

Pemanasan global merupakan efek dari penggunaan bahan bakar fosil yang disebabkan oleh gas buang yang keluar dari motor bakar. Bahan bakar fosil meningkat seiring dengan kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat terhadap bahan bakar. Untuk mengatasi keterbatasan bahan bakar fosil, dikembangkan bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan, contohnya teknologi *bahan bakar ganda* untuk mesin diesel. Model sistem *bahan bakar ganda* yang dipakai dalam pengujian adalah *Combustion Air Gas Integration (CAGI)* yang hanya dilakukan modifikasi pada bagian *intake manifold* dengan penambahan alat berupa *mixer* berjenis *venturi*. Perancangan *venturi mixer* menggunakan software berupa *Solidworks* dan *Ansys Fluent 16.2*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari mesin diesel JF- R180 sistem *bahan bakar ganda* dengan menambahkan mekanisme pencampuran bahan bakar menggunakan *venturi mixer*. Hasil yang diperoleh adalah dengan menggunakan variasi *venturi mixer* diameter bagian tenggorokan h 17,6 mm 4 inlet syngas mensubstitusi penggunaan oleh biodiesel sebesar 18,44% pada pembebanan 2000 Watt dengan rata – rata substitusi dengan menggunakan *venturi mixer* ini sebesar 14,78% nilai BMEP mengalami kenaikan rata – rata sebesar 5,58% dibandingkan dengan *bahan bakar tunggal*. Untuk nilai SFC mengalami kenaikan rata – rata sebesar 52,58% bila dibandingkan dengan *bahan bakar tunggal*. Efisiensi thermal juga mengalami kenaikan rata rata sebesar 35,3% bila dibandingkan *bahan bakar tunggal*. Hasil tersebut dihitung dengan menggunakan *venturi mixer* diameter bagian tenggorokan h 17,6mm 4 inlet syngas yang merupakan hasil optimal dari pengujian unjuk kerja mesin diesel JF-R180.

Kata kunci : bahan bakar ganda , syngas, *venturi mixer*, mesin diesel, biodiesel

ABSTRACT

Global warming is the effect of the use of fossil fuels caused by exhaust gases that come out of the combustion engine. Fossil fuels are increasing in line with the increasing public demand for fuel. To overcome the limitations of fossil fuels, renewable fuels that are environmentally friendly have been developed, for example bahan bakar ganda technology for diesel engines. The bahan bakar ganda system model used in this study is Combustion Air Gas Integration (CAGI), which only modified the intake manifold with the addition of a venturi-type mixer. The design of the venturi mixer uses software in the form of Solidworks and Ansys Fluent 16.2. This study aims to determine the performance of the JF-R180 bahan bakar ganda diesel engine by adding a fuel mixing mechanism using a venturi mixer. The results obtained are by using a variation of the venturi mixer with a bagian tenggorokan diameter of 17.6 mm 4 inlet syngas substituting the use of biodiesel by 18.44% at 2000 Watt loading with an average substitution using a venturi mixer of 14.78%, the BMEP value has increased an average of 5.58% compared to bahan bakar tunggal. The SFC value increased by an average of 52.58% when compared to bahan bakar tunggal. Thermal efficiency also increased by an average of 35.3% when compared to bahan bakar tunggal. These results are calculated using a venturi mixer with a bagian tenggorokan diameter of 17.6mm 4 inlet syngas which is the optimal result of testing the performance of the JF-R180 diesel engine.

.Keyword: bahan bakar ganda , syngas, *venturi mixer*, diesel engine, biodiesel

dengan metode mencampurkan udara - bahan

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan efek dari melewati *intake manifold* dengan penggunaan bahan bakar fosil untuk motor menggunakan alat berupa *mixer* berbentuk bakar yang diakibatkan oleh gas buangnya *venturi*. berperan besar dalam meningkatkan gas

Penelitian tentang Desain Baru *Mixer*

karbon dioksida (CO₂) pada lapisan atmosfer. Penggunaan bahan bakar fosil juga meningkat CNG-H₂-AIR untuk internal mesin pembakaran 15 model *mixer* dibuat untuk seiring dengan kebutuhan masyarakat yang menyelidiki homogenitas dan distribusi semakin meningkat saat ini berdampak pada campuran menggunakan aplikasi Ansys harga beli dari bahan bakar fosil semakin

Workbench (CFD). Hasil simulasi putaran mesin dibawah bakar semakin menipis. Untuk mengatasi maksimum (4000rpm) dan katup terbuka keterbatasan bahan bakar fosil, penuh menunjukkan bahwa beberapa dikembangkan bahan bakar terbarukan yang parameter seperti diameter, lokasi, sudut, dan ramah lingkungan, contohnya teknologi jumlah lubang mempengaruhi homogenitas bahan bakar ganda untuk mesin diesel. dan distribusi campuran di dalam *mixer*. [4]

Mesin diesel bahan bakar ganda adalah Penelitian tentang *The Design And* mesin dengan menggunakan sistem bahan

Construction Of Air Intake System

Gasoline bakar ganda dengan bahan bakar utamanya *Neutral Gas Bahan bakar ganda Engine* solar dan bahan bakar campurannya berupa menghasilkan perbaikan teknis yang bahan bakar gas, selain biaya kerja dari mesin dilakukan pada mesin bensin 168F, dengan diesel berkurang dikarenakan penggunaan menggantikan sistem karburator dengan bahan bakar fosil yang berkurang, dan biaya sistem injeksi bahan bakar ganda bensin-alam dari modifikasi mesin relatif lebih murah yang dikendalikan elektronik sistem Ini karena hanya mengubah *intake manifold* beroperasi dengan kontrol elektronik yang tanpa mengubah mesin secara mendasar, akurat dengan penghematan bahan bakar penggunaan *syngas* sebagai pengganti bahan yang ditingkatkan. Pada saat yang sama, bakar dengan sistem bahan bakar ganda pada waktu nyata Kontrol proporsi injeksi gas *diesel engine* dapat meningkatkan alam dengan beban membantu mengurangi karakteristik dan efisiensi mesin. [1] emisi gas buang. Dan melakukan merancang

Gasifikasi adalah teknologi konversi sistem pemasukan udara digambar dengan termokimia dari bahan bakar padat menjadi menggunakan UG, yang menampilkan gas, proses gasifikasi menghasilkan gas-gas tampilan 3D menggunakan perhitungan yang mudah terbakar, Gas yang dimaksud frekuensi resonansi *intake manifold* di bawah adalah gas – gas yang umumnya dihasilkan

2500 rpm / menit dan *intake manifold* disetel oleh proses gasifikasi seperti CH₄, CO dan 160 mm. [5]

H₂. Contoh gas hasil gasifikasi limbah penelitian tentang mesin diesel dengan tangkai daun tembakau membentuk sistem bahan bakar ganda *syngas* secara tidak komposisi CH₄; 2,27%, CO; 7,17% dan H₂; langsung hasil biomass serbuk kayu - solar. 5,79% [2]. teknologi penggunaan *syngas* ini

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Air semakin dicari dikarenakan harga bahan fuel ratio (AFR) sebesar 13,6, nilai Nilai bakar fosil semakin mahal. specific fuel consumption (sfc) mengalami

Model sistem bahan bakar ganda terbagi depresiasi sebesar 70,83 % dari pada kondisi menjadi tiga, yaitu injeksi gas tekanan rendah bahan bakar tunggal, serta jumlah persentase (LPIG), injeksi gas tekanan tinggi (HPIG), mengurangi penggunaan minyak solar dan Combustion Air Gas Integration (CAGI). sebesar 70,83% dari pada kondisi bahan [3] Penelitian ini menggunakan model sistem bakar tunggal. Nilai temperatur di bawah Combustion Air Gas Integration (CAGI)

setiap beban (cairan pendingin, engine, oli dan gas buang) juga akan meningkat. [6]

Penelitian Studi Performa Bahan Bakar Ganda dari Mesin Diesel Kecil Menggunakan green fuels secara langsung. Pengoperasian Mode bahan bakar ganda menunjukkan

tingkat NOx yang sangat rendah di seluruh beban yang diuji. Sementara di atas beban 50%, emisi CO juga berkurang untuk operasi tersebut. Pada titik pemuatan efisiensi terbaik, sekitar 23% pengurangan efisiensi termal ditemukan. Penundaan pengapian pilot fuel yang lebih lama dan suhu penyalaan sendiri yang tinggi dari biogas membantu menunda proses pembakaran bahan bakar ganda lebih ke langkah ekspansi dan karenanya, tekanan puncak menjadi berkurang.[7]

Berdasarkan rencana penelitian yang akan dilakukan, terdapat variabel pengujian yaitu dengan melakukan perancangan *Venturi mixer*, pada bagian diameter *throat* divariasikan untuk meningkatkan nilai substitusi biodiesel (B100) oleh *syngas* hasil gasifikasi limbah tangkai daun tembakau serta melakukan uji unjuk kerja motor diesel JiangFa R180 8Hp untuk mengetahui karakterisasi dari mesin tersebut dengan system bahan bakar ganda.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi CFD dan eksperimental uji unjuk kerja mesin diesel JF R180 sistem *bahan bakar ganda*. software solidwork 2016 digunakan untuk membuat desain dari *venturi* berbentuk *mixer* dengan memasukan beberapa parameter dari perhitungan eksperimental seperti udara yang masuk kedalam *intake manifold* serta menghitung rasio dari diameter *in, out*, bagian tenggorokan, *inlet syngas* dan panjang total dari *venturi mixer* agar memenuhi standarisasi ISO 5167-4:2003. Setelah itu dilanjutkan menggunakan software *Ansys Fluent 16.2* untuk mensimulasikan Profil kecepatan (*velocity profile*) dan Profil tekanan (*pressure profile*) dari masing – masing *venturi*.

Untuk metode eksperimental terdapat beberapa tahapan pelaksanaan diantaranya sebagai berikut:

2.1. Alat Uji

Alat uji yang digunakan untuk pengujian ini adalah Mesin Diesel JF R 180 berkapasitas 402 cc (4 stroke) 1 silinder 8 Hp, A.C

Synchronous Alternator berdaya 5 kW, beban listrik (Water Heater), *syngas* hasil gasifikasi limbah tangkai daun tembakau, Biodiesel B100, *Venturi mixer*, Blower.

2.2. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan untuk pengujian ini adalah Stopwatch, Voltmeter, Tang ampere, Manometer digital, Tachometer digital.

2.3. Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilaksanakan pada bulan November 2021 sampai Desember 2021 bertempat di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1 yang merupakan Flowchart prosedur penelitian:



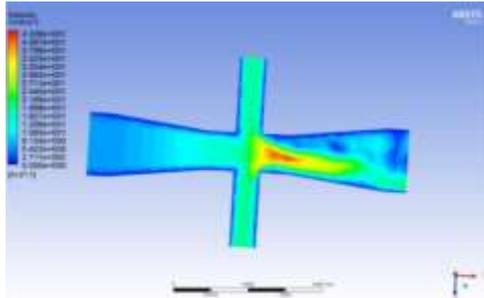
Gambar 2.1 Flowchart penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN 3.1. Analisis Simulasi

Hasil Simulasi menggunakan software *Ansys Fluent 16.2* meliputi Profil kecepatan (*velocity profile*) dan Profil tekanan (*pressure profile*)

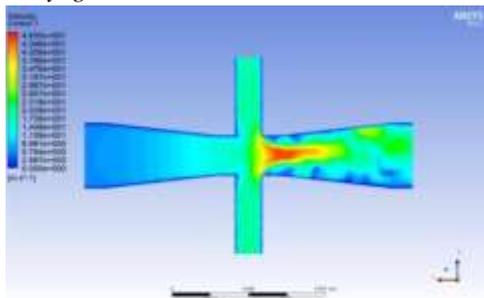
A. Profil kecepatan (*velocity profile*)

1. *Venturi mixer* dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 2 inlet pemasukan *syngas*



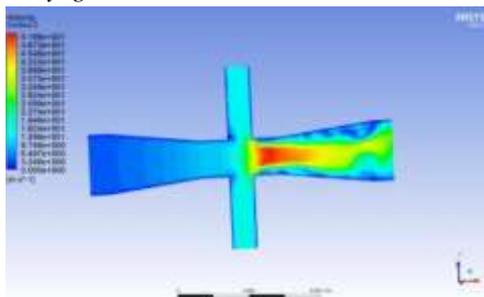
Gambar 3.1. Venturi mixer dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 2 inlet pemasukan syngas

2. Venturi mixer dengan diameter bagian tenggorokan 18,6 mm 2 inlet pemasukan syngas



Gambar 3.2. Venturi mixer dengan diameter bagian tenggorokan 18,6 mm 2 inlet pemasukan syngas

3. Venturi mixer dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 4 inlet pemasukan syngas



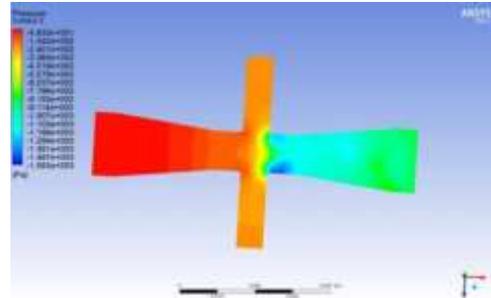
Gambar 3.3. Venturi mixer dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 4 inlet pemasukan syngas

Velocity (kontur kecepatan) ditampilkan pada gambar 3.1 sampai gambar 3.3 diperlihatkan menggunakan m/s. Kontur kecepatan yang ditampilkan menghasilkan bahwa pada desain 2 dengan kecepatan aliran tertinggi sebesar 44,28 m/s, desain 2 sebesar 46,33 dan desain 3 sebesar 53,06 m/s. dari visualisasi diatas, desain 3 yaitu *Venturi syngas* Diameter bagian tenggorokan 17,6 mm (4 inlet syngas) kontur *velocity*

cenderung aliran laminer dan lebih terfokus dibanding dengan desain yang lain.

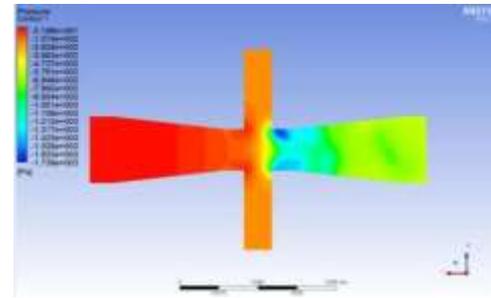
B. Profil Tekanan (*pressure profile*)

1. *Venturi mixer* dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 2 inlet pemasukan syngas



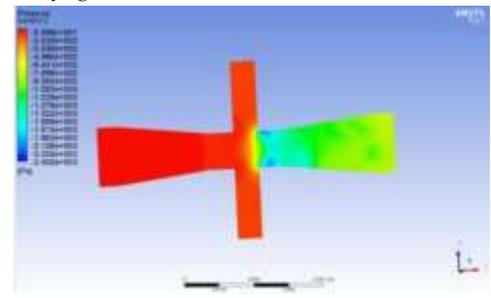
Gambar 4.4. Venturi mixer dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 2 inlet pemasukan syngas

2. *Venturi mixer* dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 2 inlet pemasukan syngas



Gambar 4.5. Venturi mixer dengan diameter bagian tenggorokan 18,6 mm 2 inlet pemasukan syngas

3. *Venturi mixer* dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 4 inlet pemasukan syngas



Gambar 4.6. Venturi mixer dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 4 inlet pemasukan syngas

Pressure (kontur tekanan) ditampilkan dalam gambar 4.4 sampai gambar 4.6

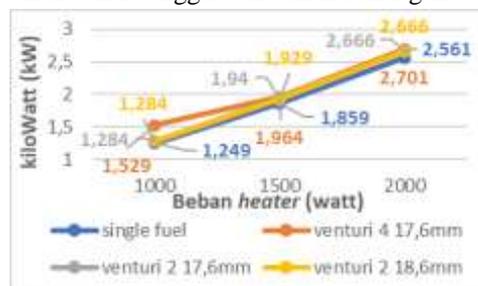
diperlihatkan menggunakan satuan pascal. Dari simulasi kontur tekanan terlihat bahwa pada *convergen area* tekanan dari udara menurun, dan stabil apabila sudah memasuki *divergen area* dan terjadi pencampuran antara udara dengan *syngas*. Dari visualisasi diatas *pressure drop* paling besar dengan nilai -2402 pa terjadi pada *venturi syngas* berdiameter 17.6 mm dengan 4 inlet lubang masukan *syngas* hasil gasifikasi limbah tangkai daun tembakau.

3.2. Analisis Unjuk Kerja

Uji unjuk kerja mesin diesel JF R180 berkapasitas 402 cc (4 stroke), 1 silinder, 8 Hp, kompresi 22:1. Diameter (bore) dan langkah (stroke) sama yaitu 80 mm (square engine). Diujikan dengan sistem bahan bakar tunggal dan bahan bakar ganda dengan menambahkan 3 variasi *venturi mixer* yaitu; *venturi mixer* dengan diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 2 inlet *syngas*, *venturi mixer* yaitu *venturi mixer* diameter bagian tenggorokan 18,6 mm 2 inlet *syngas*, Dengan variasi beban *heater* pada *diesel engine* dari 1000 Watt - 2000 Watt dengan interval kenaikan 500 Watt. Setelah melakukan pengujian maka didapatkan data yang berupa grafik unjuk kerja mesin diesel JF R180 pada sistem bahan bakar tunggal dan bahan bakar ganda sebagai berikut:

3.2.1 Analisis Daya

Gambar 4.7 adalah grafik daya terhadap penambahan beban heater terhadap sistem bahan bakar tunggal dan bahan bakar ganda.



Gambar 4.7. Grafik daya

Pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa pada setiap kenaikan beban maka daya yang dihasilkan oleh mesin diesel semakin besar. Hal ini disebabkan pada setiap kenaikan beban maka putaran mesin akan berkurang.

Oleh karena itu putaran mesin harus dijaga secara konstan pada putaran 2000 rpm maka jumlah bahan bakar yang diperlukan akan semakin bertambah.

3.2.2 Analisis Torsi

Gambar 4.8 adalah grafik torsi terhadap penambahan beban heater terhadap sistem bahan bakar tunggal dan bahan bakar ganda:



Gambar 4.8. Grafik Torsi

Pada gambar 4.8 torsi mesin cenderung mempunyai kesamaan dengan grafik daya mesin, penyebab terjadinya hal ini dikarenakan nilai torsi yang semakin tinggi diikuti dengan meningkatnya pembebanan yang di ditambahkan ke mesin tersebut.

3.2.3 Analisis BMEP

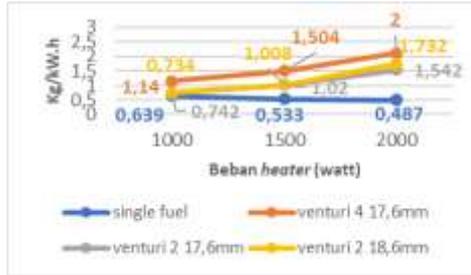
Gambar 4.9 adalah grafik BMEP terhadap penambahan beban heater terhadap sistem bahan bakar tunggal dan bahan bakar ganda:



Gambar 4.9. Grafik BMEP

Berdasarkan gambar 4.9 grafik BMEP terhadap beban *heater*, didapatkan bahwa nilai bmepp mempunyai grafik naik diikuti dengan kenaikan pembebanan. Hal ini terjadi untuk semua pengujian baik bahan bakar tunggal ataupun bahan bakar ganda. **3.2.4 Analisis SFC dan Substitusi Bahan Bakar Utama (Pilot Fuel)**

Gambar 4.10 adalah grafik SFC terhadap penambahan beban heater terhadap sistem bahan bakar tunggal dan bahan bakar ganda:



Gambar 4.10. Grafik SFC

Berdasarkan gambar 4.10 dapat diperoleh bahwa Semakin besar nilai bahan bakar *syngas* yang dimasukkan kedalam mesin, maka semakin berkurang perbandingan bahan bakar biodiesel (B100) yang diinjeksikan. Penambahan *massflowrate syngas* hasil dari reaktor yang masuk ke *venturi* mixer mengakibatkan bertambahnya *syngas* yang masuk kedalam mesin. Untuk pengujian bahan bakar tunggal penurunan SFC dengan penambahan beban terjadi karena massa bahan bakar biodiesel yang diinjeksikan selalu konstan dengan melakukan pengukuran debit bahan bakar sebesar 25ml waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar semakin sedikit diikuti dengan pembebanan beban *heater* yang semakin bertambah

Gambar 4.11 adalah grafik substitusi biodiesel (B100) terhadap penambahan beban heater terhadap sistem dan bahan bakar ganda:

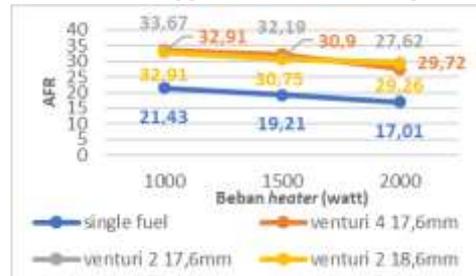


Gambar 4.11. Grafik substitusi *syngas* terhadap biodiesel B100

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa pensubstitusian biodiesel tertinggi diperoleh pada variasi *venturi mixer* 4 lubang *syngas* berdiameter 17,6 mm yaitu sebesar 18,4% pada beban *heater* 2000 Watt. Sedangkan pada *venturi* 2 lubang *syngas* 17,6 mm dan 18,6 mm didapatkan yang saling mendekati yaitu 15,40% dan 14,44%.

3.2.5 Analisis AFR

Gambar 4.12 adalah grafik AFR terhadap penambahan beban heater terhadap sistem bahan bakar tunggal dan bahan bakar ganda:



Gambar 4.12. Grafik AFR

Dari gambar 4.12 dapat disimpulkan bahwa pada setiap pengujian baik bahan bakar tunggal maupun bahan bakar ganda dengan kenaikan pembebanan beban *heater* mengakibatkan nilai AFR menurun, hal ini disebabkan karena jumlah bahan bakar yang masuk semakin banyak maka jumlah udara yang masuk semakin sedikit menghasilkan bertambahnya daya pada kenaikan pembebanan. Pada bahan bakar tunggal dengan pembebanan 2000 Watt didapatkan nilai AFR 17,01. Berkurangnya nilai AFR tersebut disebabkan bahwa pada mesin, debit bahan bakar yang masuk semakin banyak dan asupan udara yang masuk semakin sedikit sehingga bahan bakar tercampur tidak stoikiometri, hal ini dikarenakan untuk mengatasi pertambahan beban, mesin harus bekerja untuk menghasilkan daya yang semakin tinggi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil desain *venturi mixer* dan uji unjuk kerja sistem bahan bakar ganda pada mesin diesel JF R180 adalah:

1. pengaruh ukuran diameter bagian tenggorokan variasi *venturi* 17,6 mm 4 inlet *syngas* didapatkan hasil simulasi bahwa semakin kecil ukuran bagian tenggorokan maka kontur kecepatan dan kontur tekanan yang lewat semakin stabil dan terfokus.
2. Pada saat mesin diesel JF R180 di operasikan sistem bahan bakar ganda dengan penggunaan *venturi mixer* 4

lubang *syngas* diameter bagian tenggorokan 17,6 mm dapat menggantikan konsumsi biodiesel terhadap *syngas* rata – rata sebesar 14,78% dibandingkan dengan mesin beroperasi secara bahan bakar tunggal .

3. Hasil pengujian unjuk kerja mesin diesel JF-R180 dengan menggunakan *venturi mixer* diameter bagian tenggorokan 17,6 mm 4 inlet *syngas* mensubstitusi penggunaan oleh *syngas* sebesar 18,44% pada pembebanan 2000 Watt dengan rata – rata substitusi dengan menggunakan *venturi mixer* ini sebesar 14,78% nilai BMEP menghasilkan kenaikan rata – rata sebesar 5,58% dibandingkan dengan bahan bakar tunggal. Nilai *AFR* rata – rata menghasilkan depresiasi sebesar 62,2% bila dibandingkan bahan bakar tunggal. Dengan meningkatnya *massflowrate syngas* yang masuk kedalam mesin menggantikan konsumsi biodiesel Untuk nilai *SFC* biodiesel menghasilkan depresiasi rata – rata sebesar 52,58% bila dibandingkan dengan kondisi standar bahan bakar tunggal. Efisiensi thermal juga mengalami kenaikan rata rata sebesar 35,3% bila dibandingkan bahan bakar tunggal. Secara umum untuk nilai torsi dan daya yang dihasilkan bahan bakar tunggal dan bahan bakar ganda relatif sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulistyono (2016), Pemanasan Global (Global Warming) dan Hubungannya Dengan Penggunaan Bahan Bakar Fosil, Jurnal PPSDM MIGAS, Blora, Vol.2 No.2
- [2] Dori Yuvenda (2019), *Charaterization Of Engine Performance, Combustion Process and Emission of Diesel/CNG Dual Fuel Engine With Pilot Injection Timing Variation at Low Load*, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Padang, Padang
- [3] Zefirinus Wisnu, Bambang Sudarmata (2016) Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Start Of Injection dan Durasi Pemasukan Bahan Bakar Compressed Natural Gas Terhadap Performa Mesin Diesel Bahan Bakar Ganda, Jurnal Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Vol.1 No.1 ISSN: 2301-9271
- [4] Hussein A. Mahmood, Adam Noor Mariah, B. B. Sahari, S. U. Masuri (2017) *New Design of a CNG-H₂-AIR Syngas for Internal Combustion Engines: An Experimental and Numerical Study*. Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, Faculty of Engineering, University Putra Malaysia, Vol.10 No.9
- [5] Xiaohong, (2013) *The Design And Construction Of Air Intake System Gasoline/Neutral Gas Bahan bakar ganda Engine*. Applied Mechanics and Materials Vol 345 page 44-47. Switzerland
- [6] Achmad Rizkal (2016) Karakterisasi Unjuk Kerja *Diesel Engine Set* Sistem Bahan bakar ganda Solar-*syngas* Hasil Gasifikasi Briket *Municipal Solid Waste (MSW)* secara langsung, Jurnal Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Vol.5 No.2 ISSN: 2337-3539
- [7] Sahoo, Bibhuti. 2012. *Bahan bakar ganda Performance Studies Of A Small Diesel Engine Using Green Fuels*. Applied Mechanics and Materials Vol.110-116 Page 2101-2108. Switzerland