

RANCANG BANGUN ALAT PENGHEMAT BAHAN BAKAR PREHEATER WATER SYSTEM (PWS) UNTUK BAHAN BAKAR BIO SOLAR

Aji Pranoto¹, Taufiq Hidayat²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, FTI, IST AKPRIND Yogyakarta

¹ aji_pranoto@akprind.ac.id, ² taufiq@akprind.ac.id

ABSTRACT

Burning diesel fuel in a combustion chamber requires considerable pressure. This is often the cause of incomplete burning process. A water heater and preheater water heater (PWS) heater system is designed to facilitate combustion, where before the fuel goes into the injection pump, the fuel is heated by utilizing radiator water and electric heating elements with a certain temperature. The tool is made of tube pipe diameter 140 mm, height 170 mm. Spiral copper pipe diameter 8.5 mm length 750 mm. Electrical heating element and temperature control. Pipe tubes are formed in such a way that can accommodate radiator heat water. While the copper pipe is rolled into a spiral shape inserted into the tube and the bottom is clamped by an electric heating element that is controlled via an electronic circuit. How the tube works as a radiator hot water circulator, an electric heating element that is controlled by a temperature sensor as a copper tube heater as a bio-fuel heating fuel from a fuel tank prior to entering the injection pump. So that bio-diesel fuel will become hot when heading to the injection pump, and sprayed into the combustion chamber with a hot temperature. Temperature of fuel before heating 30°C, with heating water radiator temperature to 50°C, with heating temperature heating element to 55°C and when both heater functioned the temperature to 60°C. At idle round of 800 rpm increase in fuel temperature 50°C fuel consumption more efficient 26%. In the intermediate 1200 rpm mid-rise temperature 55°C fuel consumption 15% more efficient. At 2200 round rise temperature 60°C more extravagant 15%. Optimum fuel optimum heat is 50°C. While the temperature of 60°C will lead to wasteful fuel.

Keywords: saver, biosolar, pre heater water system, diesel engine

INTISARI

Pembakaran bahan bakar solar disuatu ruang bakar memerlukan tekanan yang cukup tinggi. Hal ini sering kali menjadi penyebab ketidak sempurnaan proses pembakaran. Alat dengan system pemanas air dan pemanas listrik *preheater water system* (PWS) dirancang bangun untuk mempermudah pembakaran, dimana sebelum bahan bakar masuk ke pompa injeksi, bahan bakar dipanaskan dengan memanfaatkan air radiator dan pemanas elemen listrik dengan suhu tertentu. Alat terbuat dari tabung pipa diameter 140 mm, tinggi 170 mm. Pipa tembaga spiral dimeter 8,5 mm panjang 750 mm. Elemen pemanas listrik dan kontrol suhu. Tabung pipa dibentuk sedemikian rupa sehingga bisa menampung panas air radiator. Sedangkan pipa tembaga dirol berbentuk spiral dimasukan ke dalam tabung dan bagian bawah dijepit oleh elemen pemanas listrik yang dikontrol lewat rangkaian elektronik. Cara kerja tabung pipa sebagai penampung sirkulasi panas air radiator, elemen pemanas listrik yang dikontrol dengan sensor suhu sebagai pemanas pipa tembaga sebagai pemanas bahan bakar bio solar dari tangki bahan bakar sebelum masuk ke pompa injeksi. Sehingga bahan bakar bio solar akan menjadi panas saat menuju pompa injeksi, dan disemprotkan ke ruang bakar dengan suhu yang panas. Suhu bahan bakar sebelum pemanasan 30°C, dengan pemanasan air radiator suhu menjadi 50°C, dengan pemanasan elemen pemanas suhu menjadi 55°C dan saat kedua pemanas difungsikan suhu menjadi 60°C. Pada putaran idle 800 rpm kenaikan suhu bahan bakar 50°C konsumsi bahan bakar lebih hemat 26%. Pada putaran menengah 1200 rpm kenaikan suhu 55°C konsumsi bahan bakar lebih hemat 15%. Pada putaran 2200 kenaikan suhu 60°C lebih boros 15%. Panas optimum bahan bakar paling hemat yaitu 50°C. Sedangkan suhu 60°C akan mengakibatkan bahan bakar boros.

Kata kunci: penghemat, biosolar, *pre heater water system*, mesin diesel

PENDAHULUAN

Pemakaian bahan bakar pada mesin diesel selain dipengaruhi oleh volume silinder dan teknologi mesin yang digunakan, juga dapat dipengaruhi oleh mutu dari bahan bakar. Seperti bahan bakar yang memiliki kekentalan tinggi dapat menyebabkan bahan bakar tersebut sukar untuk terbakar. Sehingga hasil proses pembakaran menjadi kurang baik serta tidak berlangsung cepat. Hal tersebut dikarenakan bahan bakar yang disemprotkan ke ruang bakar lebih sukar menguap, sehingga memerlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai titik nyala, walaupun suhu serta tekanan dalam ruang bakar tinggi. Dengan demikian proses pembakaran didalam mesin juga kurang efisien, karena titik optimal pembakaran tidak terjadi seperti yang diharapkan.

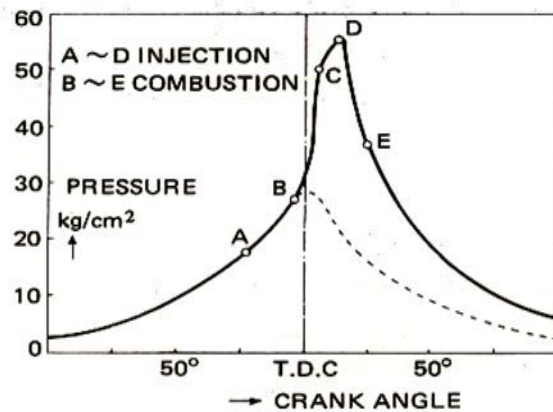
Banyak cara terdahulu telah dilakukan sebagai upaya untuk memperbaiki kualitas bahan bakar salah satunya adalah dengan penggunaan *fuel treatment*, *metode booster*, *magnetik* dan *power arus*. Kebanyakan menggunakan alat tersebut bisa menaikkan kinerja mesin, mengurangi konsumsi bahan bakar dan resiko kerusakan, sedangkan kekurangan menjadikan mesin *over heating*, *over vibration*, *over noise* dan yang paling parah mengakibatkan mesin pecah (Suzuki Indonesia, 2012).

Alternatif lain yang dapat diterapkan pada semua kendaraan adalah dengan cara meningkatkan suhu bahan bakar yang akan disemprotkan ke ruang bakar. Dari proses kerja mesin diketahui bahwa 30% dari panas yang dihasilkan pada proses pembakaran hilang diserap oleh sistem pendingin mesin untuk dibuang ke udara bebas. Pada sistem pendingin mesin yang menggunakan pendingin air diketahui bahwa suhu air pendingin dipertahankan antara 83^o-93^o C. Sementara suhu bahan bakar solar yang ditampung ditangki adalah mendekati suhu udara luar yang berkisar sekitar 20^o C. Dengan demikian panas air pendingin mesin dapat digunakan untuk menaikkan suhu bahan bakar. Teknologi ini berguna untuk meningkatkan suhu bahan bakar sebelum diinjeksikan ke ruang bakar. Peningkatan panas pada bahan bakar diharapkan dapat mempermudah proses penguapan bahan bakar sehingga memudahkan untuk mencapai titik nyala, sehingga proses pembakaran menjadi lebih baik. Dengan demikian bila proses pembakarannya lebih baik maka tenaga yang dihasilkan pun akan lebih tinggi dan pemakaian bahan bakarpun akan lebih hemat.

TINJAUAN PUSTAKA

Proses Pembakaran dan Pengaruh Temperatur Bahan Bakar pada Mesin Diesel

Proses pembakaran dan pengaruh temperatur bahan bakar yang terjadi pada mesin diesel merupakan pemanfaatan tingginya tekanan kompresi yang menghasilkan suhu yang tinggi. Proses pembakaran mesin diesel terdiri dari beberapa tahapan, seperti yang dijelaskan diagram pembakaran diesel gambar 01. Diagram pembakaran diesel dan 02. Pengaruh temperatur terhadap pembakaran spontan.

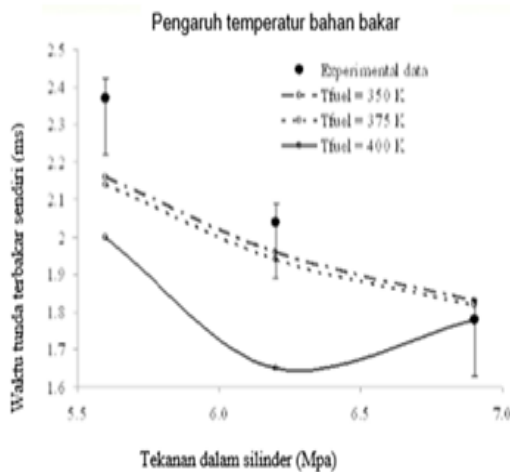


Gambar 1. Diagram Pembakaran Diesel

Gambar 1 menunjukkan proses pembakaran pada mesin diesel dan pengaruh temperatur terhadap pembakaran spontan. Proses pembakaran mesin diesel sendiri terbagi menjadi empat periode: 1) Periode pertama waktu pembakaran tertunda (A-B), 2) Periode kedua perambatan api (B-C), 3) Periode ketiga pembakaran langsung (C-D), 4) Periode keempat pembakaran lanjutan (D-E). Prinsip kerja mesin diesel yang diuraikan tersebut dapat diketahui hubungan antara tekanan, suhu dengan proses pembakaran. Dimana semakin tinggi tekanan maka menyebabkan semakin tinggi pula suhu yang dihasilkan. Dengan semakin tingginya tekanan dan suhu maka proses pembakaran pun akan semakin baik.

Gambar 2 adalah pengaruh temperatur terhadap proses pembakaran, dimana merupakan masalah yang sering dijumpai dalam mesin diesel diantaranya usaha peningkatan kinerja mesin diesel adalah jumlah bahan bakar di ruang bakar yang tidak sesuai dengan kebutuhan, proses penginjeksian yang kurang baik, dan pencampuran bahan bakar dengan udara yang sering kali menjadi penyebab ketidak sempurnaan proses pembakaran. Guna mengatasi masalah tersebut bahan bakar sebelum diinjeksikan ke dalam ruang bakar

harus dibuat butiran kecil-kecil dengan tujuan untuk dapat menghasilkan campuran yang lebih homogen.



Gambar 2. Pengaruh temperatur terhadap pembakaran spontan

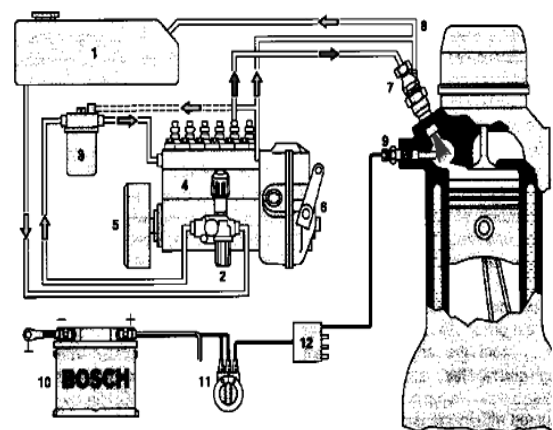
Menurut (Warnatz, 2006) membagi tahapan pembakaran mesin disel dalam 3 tahap yaitu 1) pemanasan bintik, 2) penguapan bintik, 3) pembakaran bintik. Dalam tahapannya menunjukkan bahwa temperatur bahan bakar mempengaruhi diameter bintik. Diameter bintik yang terkecil mempunyai waktu tunda penyalaan (*ignition delay times*) yang paling cepat. Semprotan bahan bakar dari nosel dapat berbentuk bintik yang terkecil waktu pembakaran yang terjadi akan semakin cepat. Waktu tunda penyalaan selain dipengaruhi oleh besar kecilnya butiran semprotan bahan bakar, juga dipengaruhi kecepatan bahan bakar dan berat jenis bahan bakar. Sementara (Sazhin, 2011) mengatakan bahwa pembakaran spontan pada mesin diesel dipengaruhi oleh temperatur bahan bakar dan tekanan di dalam silinder. Hal ini sejalan dengan (Heywood, 2010) bahwa pembakaran spontan disamping dipengaruhi oleh angka cetan, tekanan efektif, juga dipengaruhi oleh temperatur bahan bakar.

Hasil penelitian terdahulu dari (Murni, Berkah Fajar dan Tony Suryo: 2014) dalam jurnal perbandingan pengaruh temperatur solar dan bio diesel terhadap performa mesin diesel direct injection putaran konstan, menyimpulkan bahwa kenaikan temperatur bahan bakar biodiesel dan solar mempengaruhi konsumsi bahan bakar 8% dan daya mesin 4%, dan efisiensi thermal mesin diesel 23,7%. Sementara (Raharjo tirtotmodjo dan Wilianto, 2015) dalam jurnalnya peningkatan unjuk kerja motor diesel dengan penambahan pemanas solar menyimpulkan

bahwa perubahan temperatur solar yang diinjeksikan dalam ruang bakar mempengaruhi torsi dan daya sebesar 4,1%, konsumsi bahan bakar 7%, efisiensi thermal 23,4%. Namun demikian kedua peneliti tersebut masih mempunyai kendala bahwa alat pemanas solar yang dihasilkan masih belum cukup efektif untuk menghasilkan temperatur yang diperlukan pada setiap kondisi, karena sangat bergantung dengan panas radiator ke alat pemanas. Perlu adanya rancang bangun pada alat pemanas solar yang efektif dan efisien untuk proses penyediaan bahan bakar pada mesin diesel.

Sistem Bahan Bakar dan Pemanas Solar

Aliran bahan bakar mesin diesel mulai dari tangki bahan bakar yang berguna untuk menampung bahan bakar. Kemudian bahan bakar dihisap *feed pump* dan dipompa menuju saringan (*filter*). Di *filter* bahan bakar disaring dari kotoran-kotoran yang terkandung dalam bahan bakar, setelah itu bahan bakar dialirkan ke pompa injeksi. Pada pompa injeksi bahan bakar dipompa sehingga bahan bakar memiliki tekanan yang tinggi lalu dialirkan menuju *nozzle* melalui pipa tekanan tinggi. Bahan bakar bertekanan dari pompa injeksi disemprotkan oleh *nozzle* ke dalam ruang bakar mesin dalam bentuk kabut. Bahan bakar yang disemprotkan berbentuk kabut bertujuan agar bahan bakar tersebut mudah terbakar. Katup pengisi (*feed valve*) dipasang untuk mengatur tekanan dari pompa pengisi (*feed pump*) ke dalam unit pompa injeksi (*injection pump*). Saat tekanan pemompaan lebih dari 1.5 kg/cm², kontrol valve terbuka dan bahan bakar dikembalikan ke tangki bahan bakar melalui katup pengisi. Gambar 03 dibawah ini adalah aliran system bahan bakar diesel model *in-line*.



Gambar 03. Sistem Bahan Bakar Mesin Diesel

- a. Tangki bahan bakar. Tangki digunakan sebagai penampung atau penyedia bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar selama mesin bekerja.
- b. *Feed pump*. *Feed pump* berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki kemudian memompanya ke *filter* (saringan).
- c. *Filter* (saringan). *Filter* (saringan) berfungsi untuk menyaring bahan bakar dari kotoran-kotoran yang terkandung dalam bahan bakar sehingga mencegah terjadinya penyumbatan pada saluran sistem bahan bakar.
- d. *Injection pump* (pompa injeksi). Pompa injeksi berguna untuk menciptakan bahan bakar bertekanan tinggi yang dialirkan menuju *nozzle* untuk disemprotkan ke ruang bakar.
- e. Pipa tekanan tinggi. Pipa ini berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar yang bertekanan tinggi dari pompa injeksi ke *nozzle*.
- f. *Nozzle*. *Nozzle* berfungsi untuk merubah bahan bakar bertekanan dari pompa injeksi menjadi kabut bahan bakar dengan cara menyemprotkannya ke dalam ruang bakar.

Perpindahan Kalor

Kalor mengalir dari temperatur tinggi ke temperatur lebih rendah. Sedang cepat lambatnya perpindahan kalor tergantung dari: 1) cara perpindahan (konduksi, konveksi, radiasi) 2) zat perantaranya.

Macam-macam perpindahan kalor :

- a. Konduksi (hantaran)
Merupakan perpindahan kalor yang tidak disertai perpindahan massa zat, yaitu pada saat perpindahan panas dari air radiator ke pipa pemanas.

Maka berlaku rumus:

$$H = K \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L}$$

Dimana:

- H = Kalor yang mengalir tiap satuan waktu (W)
- K = Koefisien konduksi termal (W/mK)
- A = Luas penampang konduktor (m²)
- ΔT = Selisih temperatur antara dua ujung (°K)
- L = Panjang konduktor (m)

- b. Konveksi (aliran)
Perpindahan kalor yang disertai perpindahan partikel zat tersebut,

dimana pada saat terjadi perpindahan panas dari pipa pemanas ke bahan bakar yang melaluinya.

Maka berlaku rumus: $H = h \cdot A \cdot \Delta T$

Dimana:

H = Kalor yang mengalir tiap satuan waktu (W)

h = Koefisien konveksi (W/m² °K)

A = Luas permukaan (m²)

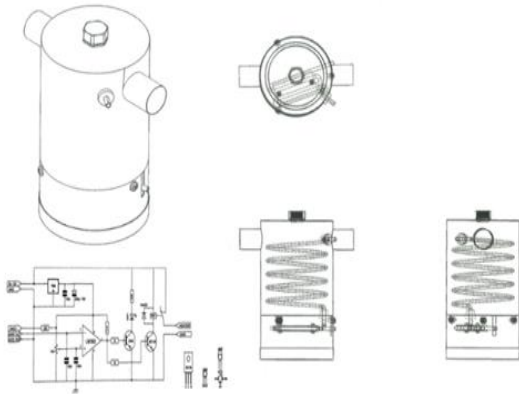
ΔT = Selisih temperatur (°K)

Kajian teori di atas diketahui bahwa pada mesin diesel bahan bakar disemprotkan kedalam ruang bakar pada saat akhir langkah kompresi. Proses pembakaran bahan bakar tersebut dipengaruhi oleh tekanan dan suhu ruang bakar. Pada sistem bahan bakar motor diesel bahan bakar dipompa sehingga bahan bakar memiliki tekanan yang tinggi lalu dialirkan menuju *nozzle* melalui pipa tekanan tinggi. Bahan bakar bertekanan dari pompa injeksi disemprotkan oleh *nozzle* ke dalam ruang bakar mesin dalam bentuk kabut. Bahan bakar yang disemprotkan berbentuk kabut bertujuan agar bahan bakar tersebut mudah untuk terbakar.

Apabila suhu bahan bakar dinaikan maka viskositas bahan bakar tersebut akan menurun dimana titik nyala bahan bakar juga semakin rendah. Karena seperti yang dijelaskan bahwa apabila viskositas tinggi maka proses terurainya bahan bakar juga akan semakin sulit. Jadi dengan menaikkan suhu bahan bakar membuat viskositasnya menurun dapat membuat bahan bakar tersebut mudah menguap sehingga mudah untuk terbakar. Sehingga apabila bahan bakar yang telah dipanaskan disemprotkan kedalam ruang bakar yang bertekanan dan bersuhu tinggi, akan menghasilkan pembakaran yang lebih baik dan cepat. Dengan pembakaran yang lebih baik ini, maka pembakaran lanjutan dapat dikurangi, sehingga efisiensi mesin juga akan semakin tinggi.

METODE

Nozzle pada sistem bahan bakar diesel akan bekerja bila ada tekanan dari pompa injeksi bahan bakar baik model in-line maupun distributor. Butiran halus dan tidaknya penyemprotan (menginjeksi) nozzle ke ruang bakar karena dipengaruhi dari kualitas bahan bakar tersebut. Dalam proses atau prosedur yang dilakukan yaitu seperti pada gambar 4 dibawah ini:

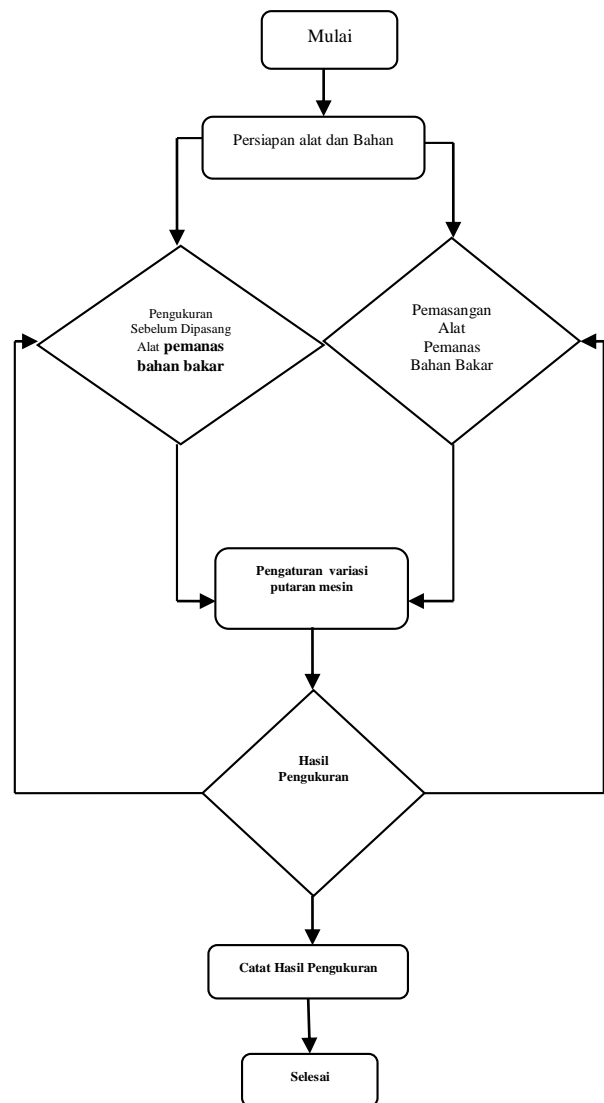


Gambar 4. Rancangan Desain Alat

Alat *Preheating Water System (PWS)* dirancang untuk memperhalus saat nozzle menyemprotkan ke ruang bakar dengan *treatment* pemanasan air radiator. *PWS* dipasang sebelum pompa injeksi. Alat pengetes ini dibuat atau dirancang dengan menggunakan pipa tembaga sebagai aliran bahan bakar yang dibuat sedemikian rupa dipadu dengan pipa *stainless steel* sebagai penampung panas air radiator.

Prinsip kerja alat *PWS* ini adalah mengalirkan panas air radiator kedalam pipa *stainless steel* yang berfungsi memanaskan pipa tembaga yang dialiri bahan bakar solar. Efek perpindahan panas dari air radiator tersebut dimanfaatkan untuk memanaskan bahan bakar yang mengalir pada pipa tembaga. Akibatnya bahan bakar yang masuk pada pompa injeksi akan menjadi panas, sehingga viscositasnya akan turun akibatnya butiran bahan bakar yang disemprotkan melalui nozzle semakin lembut dan homogen.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan analisis deskriptif kualitatif dilengkapi dengan tabel, histogram. Perhitungan dalam analisis data menghasilkan nilai pencapaian yang selanjutnya diinterpretasikan dengan kalimat yang bersifat kualitatif. Proses perhitungan nilai dilakukan dengan membandingkan antara perolehan variable yang diubah dengan diameter standart pada kendaraan tersebut. Pengambilan data dalam pelaksanaan penelitian sebelum mengambil data maka diperlukan diagram alir proses penelitian, adapun diagram alir adalah sebagai berikut:

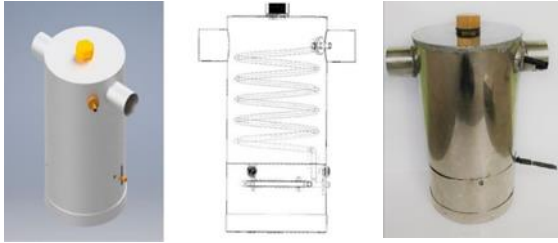


Gambar 5. Diagram Alir Pengukuran Bahan Bakar

HASIL DAN PEMBAHASAN

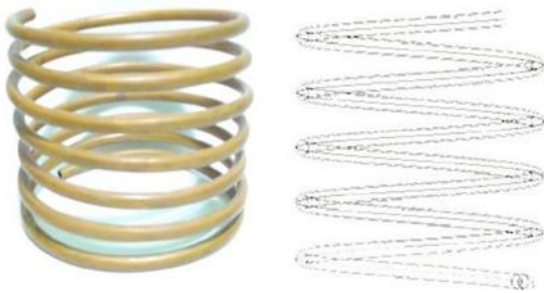
Hasil Rancang Bangun Alat PWS

Tabung pemanas yang terbuat dari bahan atau logam *stainless steel*. Alasan digunakan *stainless* sebagai material bahannya karena tahan korosif, daya hantar panasnya tinggi serta memungkinkan mempertahankan pada temperatur tinggi. Logam *stainless* yang digunakan berukuran tebal 0,5 mm.



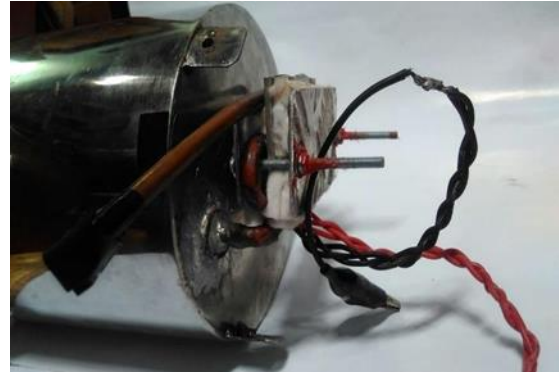
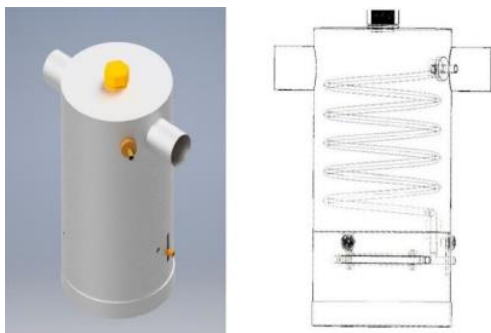
Gambar 6. Tabung pemanas

Pipa tembaga digunakan saluran bahan bakar karena mempunyai daya hantar panas yang baik, sehingga panas yang berasal dari air radiator yang ada dalam tabung dapat diserap secara baik. Panas inilah yang digunakan untuk memanaskan bahan bakar solar yang akan dipakai untuk pembakaran. Diameter pipa tembaga yang digunakan adalah 6,5 mm dengan panjang 750 mm.



Gambar 7. Tabung Tembaga

Tabung elektrik heater terbuat dari bahan yang sama dengan tabung pemanas yaitu dengan bahan stainless steel, berguna sebagai pelindung pemanas elektrik dengan tujuan supaya pembacaan sensor panas tidak terpengaruh oleh suhu udara diluar system yang telah ditentukan. Dimensi tabung elektrik heater ini berukuran tinggi 50 mm dan diameter 140mm. Dimensi ini disesuaikan dengan ukuran pemanas PTC yang digunakan sebagai pemanas elektrik pada saat keadaan temperatur system belum bekerja



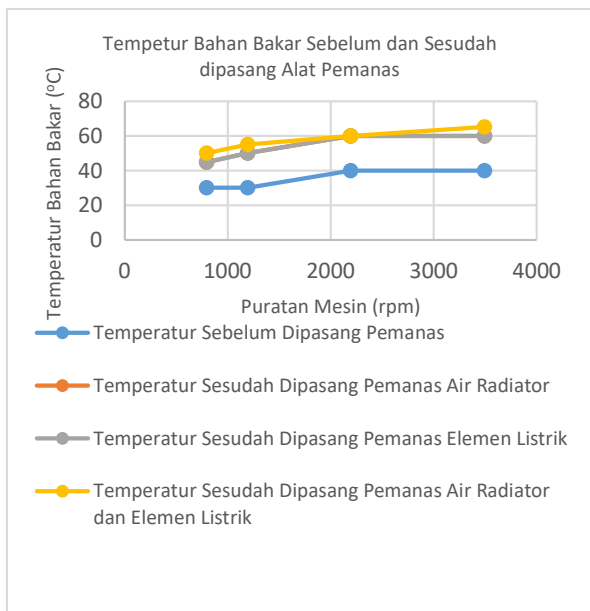
Gambar 8. Pemanas Elektrik dan Kotrol

Hasil Percobaan PWS Pada Mesin Diesel

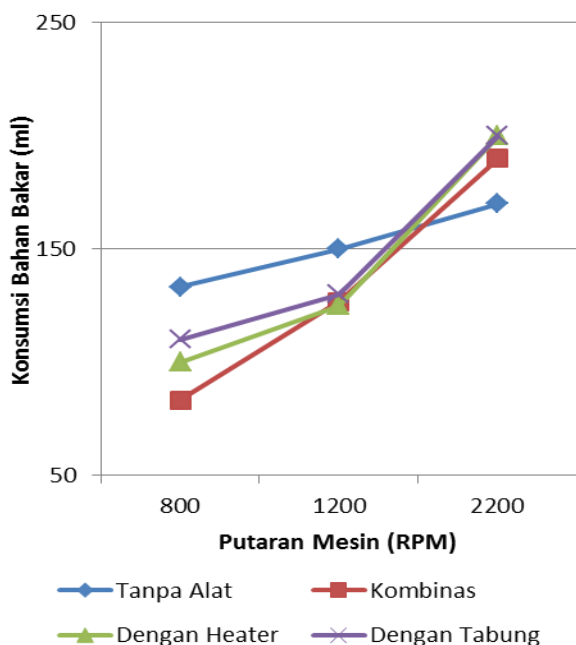
Berdasarkan hasil percobaan diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Rata-Rata Hasil Ekperimen

Tanpa Alat				
No	Konsumsi (ml per 5 menit)			Temperatur
	RPM			
	800	1200	2200	
1	130	150	170	To = 30°C
2	140	140	160	T1 = 40 °C
3	130	160	180	
Rerata	133,33	150	170	
Kombinasi (Pemanas Tabung dan Heater)				
No	Konsumsi (ml per 5 menit)			Temperatur
	RPM			
	800	1200	2200	
1	80	130	180	To = 30°C
2	80	120	190	T1 = 60°C
3	90	130	200	
Rerata	83,33	126,67	190	
Dengan Heater (Pemanas Elemen listrik)				
No	Konsumsi (ml per 5 menit)			Temperatur
	RPM			
	800	1200	2200	
1	90	110	200	To = 30°C
2	100	120	200	T1 = 55°C
3	110	145	200	
Rerata	100	125	200	
Dengan Tabung (Pemanas Air Radiator)				
No	Konsumsi (ml per 5 menit)			Temperatur
	RPM			
	800	1200	2200	
1	110	110	190	To = 30°C
2	100	130	210	T1 = 50 °C
3	120	150	200	
Rerata	110	130	200	



Grafik 02. Temperatur Mesin Sebelum dan sudah Dipasang Alat Pemanas



Grafik 02. Konsumsi Bahan Bakar Sebelum dan Sesudah

PEMBAHASAN

Alat pemanas bahan bakar ini merupakan alat bantu untuk meningkatkan temperatur bahan bakar solar. Dengan temperatur solar yang lebih tinggi dari biasanya dapat menghasilkan pembakaran menjadi lebih sempurna. Hal tersebut dapat meminimalkan pengonsumsi bahan bakar, karena dengan solar yang lebih sedikit dan dalam sekali melakukan usaha mendapatkan tenaga yang sama besar. Dari data hasil eksperimen dapat diketahui kinerja dari alat pemanas ini dalam penghematan penggunaan

bahan bakar. Hal tersebut dapat diketahui dengan perhitungan berikut:

$$E = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100\%$$

Dimana : E = Efisiensi (%)
C = Konsumsi BBM

Sebagai contoh perhitungan data ini adalah sebagai berikut :

Pada 2200 rpm

Konsumsi awal (C_{awal}) 150 ml

Konsumsi setelah dipasang alat (C_{akhir}) 125 ml

Maka Efisiensi yang diperoleh sebesar :

$$E = \frac{150 - 125}{150} \times 100\%$$

$$= 16,6 \%$$

jadi penghematan bahan bakar setelah dipasang pemanas sebesar 16,6%.

Dengan cara yang sama hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi Penghematan BBM

RPM	Efisiensi (%)	Keterangan
800	37,6	Lebih Irit
1200	16,6	Lebih Irit
2200	11,7	Lebih Boros
3500	10,6%	Lebih Boros

Setelah melihat data hasil penelitian bahan bakar diatas, dapat dihubungkan antara kenaikan suhu dengan viskositas, titik nyala bahan bakar. Apabila suhu bahan bakar dinaikan maka viskositas bahan bakar tersebut akan menurun dimana titik nyala bahan bakar semakin tercapai. Karena seperti yang dijelaskan bahwa apabila viskositas tinggi maka proses terbakarnya akan semakin sulit. Jadi dengan menaikkan suhu bahan bakar membuat viskositasnya menurun dapat membuat bahan bakar tersebut mudah untuk terbakar. Sehingga apabila bahan bakar yang telah dipanaskan disemprotkan kedalam ruang bakar yang bertekanan dan bersuhu tinggi, akan menghasilkan pembakaran yang lebih baik dan cepat.

Pada data tabel 2. terlihat peningkatan besaran efisiensi penurunan bahan bakar pada tiap kondisi RPM mesin, hal ini dipengaruhi oleh gerakan piston, dengan semakin besar RPM maka bahan bakar yang diinjeksikan semakin besar seiring dengan meningkatnya RPM mesin. Dengan aliran

yang semakin cepat maka sirkulasi BBM semakin cepat pula, hal ini mempengaruhi perbedaan temperatur BBM, sehingga bahan bakar semakin meningkat temperaturnya. Bahan bakar yang meningkat temperaturnya mempengaruhi struktur atomnya yang semakin renggang, dan ini mempengaruhi sifat-sifat yang lainnya dari bahan bakar. Dan dengan demikian bahan bakar menjadi semigas sehingga penurunan konsumsi bahan bakar pun akan semakin meningkat.

Pengefisienan yang dapat diberikan teknologi ini yaitu dengan membuat mesin dapat menghasilkan tenaga yang sama namun dengan menggunakan bahan bakar yang lebih sedikit. Dimana setelah pemasangan alat temperatur bahan bakar menjadi lebih tinggi dan konsumsi bahan bakar menjadi 9-16 % lebih ekonomis.

KESIMPULAN

Dari hasil seluruh pembahasan dan kegiatan perancangan alat penghemat bahan bakar preheater water system (PWS) ini dapat disimpulkan :

1. Proses pembuatan alat penghemat bahan bakar solar Preheater Water Sistem (PWS) ini dibuat dengan cara menggabungkan tabung water heater dan elektrik heater serta dilengkapi dengan komponen pendukung seperti relay dan sensor.
2. Alat penghemat bahan bakar solar preheater water system (PWS) bekerja dengan cara memanfaatkan energy panas. Pada tahap pertama, bahan bakar akan dipanaskan oleh pemanas elektrik yaitu PTC (positif temperature coefisien) hingga mencapai suhu 60. Pada saat engine bekerja hingga mencapai suhu kerja, maka air radiator mengalami peningkatan suhu. Panas dari air radiator akan dimanfaatkan untuk memanaskan bahan bakar yang terdapat didalam tabung pemanas.
3. Hasil pengujian pada putaran 2200 rpm menunjukkan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi daripada pengujian tanpa alat , hal ini diakibatkan karena viskositas bahan bakar menurun sehingga terjadi kebocoran dalam atau rembesan pada injector yang mengakibatkan penyemprotan bahan bakar tidak sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, W., Tsuda, Koichi, (2002), *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Pradya Paramita, Jakarta, 10-27.

- Annamalai, K., Iswar, K., Puri, (2002), *Advanced Thermodynamics Engineering*, CRC Press, Washington DC, 28-87.
- Bozbas, K., (2005), *Biodiesel as an alternative motor fuel production and policies in the European Union*, Renewable & Sustainable Energy Reviews, 1-12.
- Buchori, L., Widayat, (2009), *Pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas Dengan Proses Catalytic Cracking*, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia ,SNTKI,78-79.
- Challen, B., Baranescu, R., (1999), *Diesel Engine Reference Book*, Butterworth Heineman, New Delhi, 263-304.
- Darmanto, S., Sigit , I., (2006), *Analisa biodiesel minyak kelapa sebagai bahan bakar alternatif*, Traksi, 4, 64-72
- Ehsan, M., Taposh, R.M., Islam, M.M., (2007), *Running a diesel engine with biodiesel*, International Conference on Mechanical Engineering, Dhaka, Bangladesh, 1-4.
- Garwal, A.A., Rajamanoharan, K., (2009), *Experimental Investigation of Performance and Emissions of Karanja Oil and its Blends in a Single Cylinder Agricultural Diesel engine*, Applied Energy, 86, 106 -112.
- Hamid, T.,Yusuf, R., (2002), *Preparasi karakteristik biodiesel dari minyak kelapa sawit*, Makara, Teknologi,6, 60-65.
- Heywood, j. B.,(1988), *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGrawHill,Toronto, 517-550.
- Jung, D., Dennis N., & Assanis, (2001), *Multi-Zone DI Diesel Spray Combustion Model for Cycle Simulation Studies of Engine Performance and Emissions*,The University of Michigan, 2001-01-1246, 1-23
- Jeong, G.T., Taig, Y., & Park, D.H., (2006), *Emission profile of rapeseed methyl ester and its blend in a diesel engine* ,Applied Biochemistry and Biotechnology I, 129132.
- Kumar, R., Rajagopal, K., Prakash, R. H., & Durga Prasad, B., (2008), *Performance of C.I. engine using blends of methyl esters of palm oil with diesel* , Medwell, 3, 217 – 220.
- Kristanto, P., Winaya, R.,(2002), *Penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar alternatif pada motor diesel sistem injeksi langsung*, Jurnal Teknik Mesin, 4, 99103.
- Kaufman, K.R., Ziejewski, (1984), *Sunflower methyl ester for direct injected diesel engines*, American Society of Agricultural engineers, 1, 2706-1626.
- Lee, C.S., (2004), *Analysis of Engine Performance Using Palm Oil Methyl Ester*, Dissertation Bachelor of Engineering, Dissertation Bachelor of Engineering, University of Southern Queensland, 19- 25.

- Mathur, M. L., Sharma R. P., (1980), *A Course in Internal Combustion Engine*, Dhanpat Rai & Sons, 1682, NAI SARAK, DELHI, 519-520. 68
- Maleev, V. L., (1986), *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, Erlangga, Jakarta, 401403. Maleev, V. L., (1973), *Internal Combustion Engine*, McGraw-Hill, Toronto, 204 – 213.
- PPKS, (2006), *Biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit*, Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 28, 1-4.
- Pramanik, K., (2003), *Properties and use of jatropa curcas oil and diesel fuel blends in compression ignition engine*, Renewable Energy, 28, 239-248.
- Sazhin, S.S., Abdelghaffar, W.A., Sazhina, E.M., Heikal, M.R., (2005), *Models for droplet transient heating: effects on droplet evaporation, ignition, and break-up*, Int. J Thermal Science, 44, 610-622.
- Strehlow R., (1985), *Combustion Fundamentals*, McGraw-Hill, New York, 142-143. Streeter, V., Wylie, B., (1979), *Fluid Mechanics*, Mc Graw Hill, Inc, 9-10.
- Suirta, (2007), *Preparasi Biodiesel dari minyak jelantah kelapa sawit*, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, 3, 1-6.
- Sugiarto, B., Setiawan, F., & Suryantoro, (2005), *Studi emisi dan heat release biodiesel minyak sawit dan minyak jarak ada mesin diesel indirect injection*, Jurnal Teknologi, 2, 101-107.
- Strong, C., Erickson, C., & Shukla, D., (2004), *Evaluation of Biodiesel Fuel*, Montana State University – Bozeman, 1-70.
- Soenarto, N., Furuham, S., (1985), *Motor Serbaguna*, Pradya Paramita, Jakarta, 117151.
- Tirtoatmodjo, R., Anggono, W., (1999), *Peningkatan unjuk kerja motor diesel dengan penambahan pemanas solar*, Jurnal Teknik Mesin, 1, 127-133.
- Tangsathitkulchaai, Sittichaitaweekul, Y., & Tangsathitkulchai, M., (2004), *Temperature effect on the viscosities of palm oil and coconut oil blended with diesel oil*, JAOCS, 81, 401-405.