

# STUDI PENGARUH TEMPERATUR BAHAN BAKAR PADA PERFORMA MESIN HR15DE

Jeremy Luglio Hartono<sup>1)</sup>, Fandi Dwiputra Suprianto<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra<sup>1,2,3)</sup>

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia<sup>1,2,3)</sup>

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658<sup>1,2,3)</sup>

E-mail : m24413002@john.petra.ac.id<sup>1)</sup>, fandi@petra.ac.id<sup>2)</sup>

## ABSTRAK

*Bahan bakar yang tidak terbakar sempurna pada proses pembakaran merupakan sebuah kerugian bagi pengguna kendaraan bermotor dan juga bagi lingkungan. Hal tersebut dikarenakan emisi gas buang yang buruk dan konsumsi kendaraan yang boros. Permasalahannya adalah belum diketahuinya temperatur bahan bakar bensin yang menghasilkan performa mesin secara optimal. Oleh karena itu didapati cara dengan merancang jalur bahan bakar melalui media pendingin atau pemanas yang bertujuan merubah temperatur bahan bakar. Dari perubahan temperatur tersebut akan mendapat pengaruh terhadap performa mesin, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar. Perubahan suhu bahan bakar dilakukan menggunakan media pendingin atau pemanas dengan memanfaatkan thermoelectric sebagai perpindahan panas. Pada pengujian ini, saluran bahan bakar dimasukkan ke dalam kabin kendaraan dengan menggunakan selang tambahan dari pompa bahan bakar menuju fuel rail. Temperatur bahan bakar yang akan diuji adalah dalam rentang suhu 20°C hingga 45°C dengan step kenaikan suhu 5°C. Dalam studi ini terdapat beberapa rangkaian pengujian, yaitu pengujian chassis dynamometer, pengujian emisi dan konsumsi bahan bakar. Dari proses pengujian yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan, bahwa pada pengujian chassis dynamometer, suhu bahan bakar paling optimal untuk melakukan pembakaran adalah suhu 30°C. Sedangkan untuk pengujian emisi dan pengujian konsumsi bahan bakar, suhu bahan bakar yang paling optimal masuk kedalam mesin adalah suhu 45°C.*

*Kata kunci: Bahan Bakar, Mesin HR15DE, Thermoelectric.*

## 1. Pendahuluan

Masyarakat hingga saat ini masih banyak menggunakan berbagai alat transportasi pribadi seperti mobil ataupun motor untuk dapat mengantarkan atau memindahkan diri dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan mudah. Mereka kurang sadar, bahwa semakin meningkatnya kendaraan bermotor yang digunakan, maka bahan bakar yang dibutuhkan juga semakin meningkat pula. Sedangkan pada saat ini kelangkaan bahan bakar adalah sebuah masalah yang sering dijumpai diberbagai daerah di tanah air. Ketergantungan kita terhadap bahan bakar fosil dapat memiliki berbagai ancaman serius, salah satunya adalah menipisnya cadangan minyak bumi (bila tanpa temuan sumur baru) [1].

Seiring dengan permintaan bahan bakar yang meningkat tersebut, tidak salah jika kita memanfaatkan bahan bakar tersebut secara maksimal dan sebaik – baiknya. Bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran tidak seluruhnya dapat terbakar sempurna, maka bahan bakar yang tidak terbakar tersebut akan terbuang sia – sia melalui gas pembuangan, sehingga hal tersebut menjadi kerugian bagi kita. Secara otomatis, kendaraan akan membutuhkan asupan bahan bakar yang lebih banyak pula untuk memenuhi kebutuhan pembakaran, dengan kata lain kendaraan kita menjadi boros. Selain itu jika bahan bakar tidak terbakar sempurna, maka dapat menghasilkan kandungan gas CO yang tinggi dari gas buang kendaraan yang dapat membahayakan makhluk

hidup. Gas pencemar udara yang paling dominan mempengaruhi kesehatan manusia yaitu, karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx), belerang oksida (SOx), hidro karbon (HC) dan partikel serta gas rumah kaca [2].

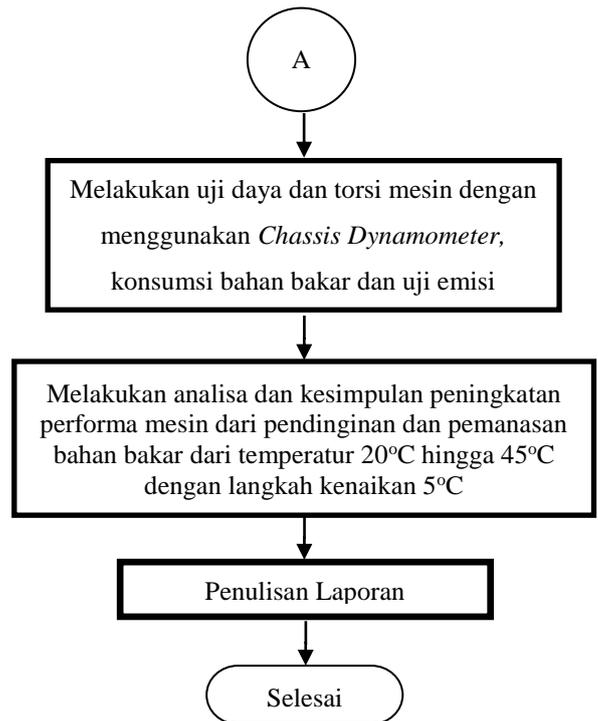
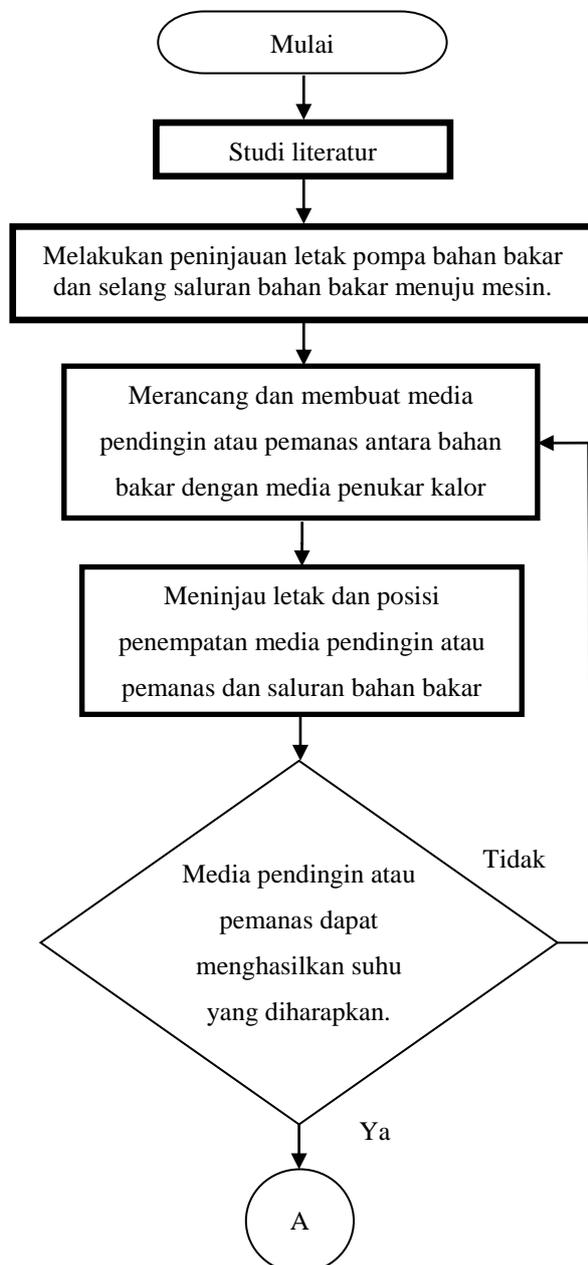
Oleh karena itu terdapat berbagai cara untuk memanfaatkan bahan bakar tersebut secara maksimal dan ramah lingkungan, yaitu salah satunya dengan mencari temperatur bahan bakar yang paling optimal yang masuk keruang bakar. Hal ini bertujuan agar pembakaran bahan bakar lebih sempurna, sehingga konsumsi bahan bakar dan kandungan gas CO dapat menurun serta performa mesin dapat meningkat. Pada penelitian sebelumnya pernah dibuktikan dengan menaikkan suhu temperatur bahan bakar pada mesin Toyota Corona, maka cenderung akan dihasilkan penurunan kandungan CO dan HC [3]. Selain kandungan CO dan HC, perubahan temperatur bahan bakar dapat meningkatkan performa mesin, seperti penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Pada mesin diesel berkapasitas 2500cc, hasil perubahan suhu bahan bakar menunjukkan perbedaan daya dan sfc. Pada suhu bahan bakar 50°C didapat peningkatan daya sebesar 4.1% dan penurunan sfc sebesar 23.4% dibandingkan dengan suhu 30°C [4].

Temperatur bahan bakar yang akan dicari dari dari rentang temperatur 20°C (dibawah suhu ruangan) hingga temperatur 45°C (diatas suhu ruangan) dengan langkah

kenaikan setiap 5°C. Angka tersebut didapat dikarenakan temperatur dalam kota Surabaya sekitar 33°C dan temperatur tangki bahan bakar sekitar 32°C pada saat kondisi mesin dingin. Proses perubahan temperatur bahan bakar tersebut dapat dilakukan dengan merubah saluran bahan bakar dari tangki menuju ke *injector*, yaitu dengan cara melewati aliran bahan bakar melewati media pendingin ataupun pemanas yang telah diberi *thermostat* agar suhu dapat stabil dan dapat dirubah sesuai keinginan.

Dalam tugas akhir kali ini, akan dilakukan penelitian dengan menggunakan kendaraan Nissan Grand Livina 1.5 dengan tipe mesin HR15DE dengan merubah saluran bahan bakar melewati media pendingin atau pemanas.

## 2. Metode Penelitian



Gambar 2.1. Diagram alir metodologi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada kendaraan Nissan Grand Livina yang memiliki kapasitas mesin 1498cc. Langkah awal penelitian dimulai dengan melakukan peninjauan letak pompa bahan bakar dan selang saluran bahan bakar menuju mesin. Saluran bahan bakar yang menuju ke mesin adalah bagian terpenting yang akan dimodifikasi dengan menggunakan media pendingin atau pemanas.

Langkah kedua dilanjutkan dengan merancang dan membuat media pendingin maupun pemanas. Media pendingin atau pemanas dibuat dengan memanfaatkan *thermoelectric* sebagai media penukar kalor. Ide dari pemanfaatan *thermoelectric* didapat dari percobaan sebelumnya dengan menggunakan dispenser air sebagai media pendingin atau pemanas. Pada tabung dispenser air menggunakan *thermoelectric* sebagai media pendingin ataupun pemanas dengan dirancang sedemikian rupa sehingga mampu mendinginkan air dalam tabung. Untuk pembuatan alat, media pendingin atau pemanas dirancang sesuai dengan kriteria yang ada, seperti kekuatan untuk menahan tekanan dari pompa bensin dan kemampuan untuk melepas dan menerima kalor untuk waktu yang relatif singkat. Perancangan dimulai dengan perakitan alat, antara lain *fuel box*, *heat sink*, *fan* pendingin, *thermal paste*, *thermoelectric*. Pada perancangan alat terdapat modul kelistrikan yang berisi *thermostat*, 6 buah *thermoelectric*, 4 buah *fan*, 3 buah *relay* dan 2 buah saklar. Pemilihan jumlah *thermoelectric* disesuaikan dengan perhitungan kapasitas kalor yang dihasilkan dan kalor yang dibutuhkan. Perancangan media pendingin dan pemanas menemui beberapa kendala yang cukup sulit, salah satunya adalah pemilihan kabel yang tidak sesuai dengan ukuran daya yang ada. Kesalahan dalam pemilihan kabel tersebut dapat

berakibat pada kinerja dari media pendingin atau pemanas itu sendiri. Media pendingin atau pemanas terkadang dapat berjalan dengan baik, namun juga terkadang tidak bekerja sama sekali. Untuk proses pendinginan dibantu dengan menggunakan termos pendingin yang bertujuan agar suhu bahan bakar lebih cepat mengalami penurunan dan mempermudah kerja dari *thermoelectric*.



Gambar 2.1. Media pendingin atau pemanas

Langkah ketiga adalah melakukan peninjauan letak dan posisi media pendingin atau pemanas. Penentuan letak atau posisi media pendingin dirasa cukup sulit. Penentuan awalnya diletakkan di jok tengah atau dekat dengan pompa bahan bakar. Posisi tersebut berada cukup jauh dengan mesin dan melewati banyak saluran, sehingga terjadi banyak perubahan suhu bahan bakar dari keluaran media pendingin atau pemanas. Oleh karena itu didapati cara dengan meletakkan media pendingin atau pemanas pada jok penumpang depan sebelah kiri. Hal tersebut dilakukan dengan merubah saluran bahan bakar masuk kedalam kabin dengan melakukan pemotongan saluran bahan bakar standar. Pemilihan letak tersebut dikarenakan supaya media pendingin atau pemanas berada lebih dekat dengan mesin dan perubahan suhu yang relatif kecil dibanding dengan menggunakan saluran standar.

Jika bahan bakar dapat mencapai suhu yang diharapkan, yaitu suhu 20°C hingga 45°C dengan step kenaikan 5°C, maka dapat dilanjutkan dengan melakukan pengujian kendaraan. Tetapi apabila suhu bahan bakar belum sesuai dengan harapan, maka dapat melakukan peninjauan kembali pada proses perancangan dan pembuatan media pendingin atau pemanas.

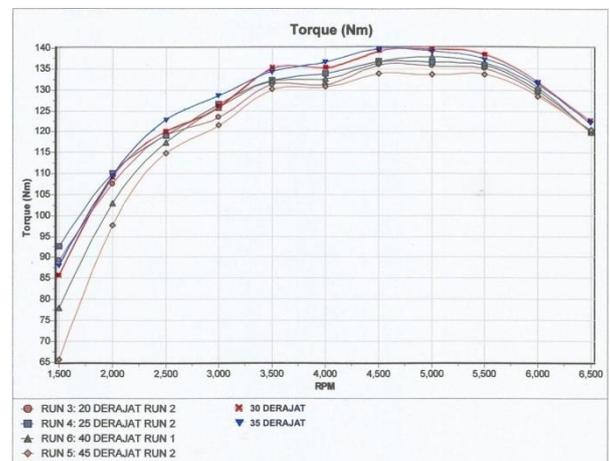
Pengujian yang dilakukan ada 3 macam, uji *chassis dynamometer*, uji emisi kendaraan, uji konsumsi bahan bakar. Pengujian dimulai dengan uji *chassis dynamometer*, dimana pengujian dimulai dengan kondisi bahan bakar 20°C, lalu dinaikan bertahap hingga mencapai suhu 45°C. Pengujian ini memiliki beberapa prosedur kerja dan dilakukan pada bengkel yang tertentu yang memiliki alat uji *chassis dynamometer*. Pengujian kedua adalah uji emisi kendaraan. Pengujian ini

dilakukan dengan menggunakan alat uji emisi dan memiliki prosedur kerja tertentu. Pengujian dimulai pada suhu bahan bakar 20°C dan dinaikan secara bertahap hingga mencapai suhu 45°C. Pengujian terakhir adalah konsumsi bahan bakar. Pengujian ini membutuhkan waktu selama 6 hari, karena pada 1 hari hanya dapat melakukan 1 step pengujian bahan bakar saja. Pengujian 1 step bahan bakar dilakukan sebanyak 3 kali dan pada waktu yang berbeda. Pengujian konsumsi bahan bakar memiliki prosedur pengujian tertentu dan memerlukan waktu yang cukup lama.

Setelah melakukan pengujian, langkah terakhir adalah melakukan analisa dan kesimpulan terhadap beberapa pengujian yang telah dilakukan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. Hasil Uji *Dynamometer*



Gambar 3.1. Grafik *Torque* maksimal pada suhu 20°C-45°C

Dari hasil pengujian *dynotest* didapatkan beberapa data sebagai berikut:

- Suhu 20°C didapat *torque* maksimal 136.0 Nm pada putaran 4500 RPM.
- Suhu 25°C didapat *torque* maksimal 136.8 Nm pada putaran 4500 RPM.
- Suhu 30°C didapat *torque* maksimal 139.2 Nm pada putaran 5000 RPM.
- Suhu 35°C didapat *torque* maksimal 139.1 Nm pada putaran 4500 RPM.
- Suhu 40°C didapat *torque* maksimal 137.9 Nm pada putaran 5000 RPM.
- Suhu 45°C didapat *torque* maksimal 133.9 Nm pada putaran 4500 RPM.

Dari hasil pengujian didapati bahwa *torque* tertinggi terdapat pada suhu bahan bakar 30°C, yaitu sebesar 139.2 Nm pada putaran 5000RPM.



Gambar 3.2. Grafik *Power* maksimal pada suhu 20°C-45°C

Dari hasil pengujian *dynotest* didapatkan beberapa data sebagai berikut:

- Suhu 20°C didapat *power* maksimal 109.4 BHP pada putaran 6500 RPM.
- Suhu 25°C didapat *power* maksimal 109.5 BHP pada putaran 6500 RPM.
- Suhu 30°C didapat *power* maksimal 112.7 BHP pada putaran 6500 RPM.
- Suhu 35°C didapat *power* maksimal 111.9 BHP pada putaran 6500 RPM.
- Suhu 40°C didapat *power* maksimal 110.0 BHP pada putaran 6000 RPM.
- Suhu 45°C didapat *power* maksimal 110.0 BHP pada putaran 6500 RPM.

Dari hasil pengujian didapati bahwa *power* tertinggi terdapat pada suhu bahan bakar 30°C, yaitu sebesar 112.7 BHP pada putaran 6500RPM.

### B. Hasil Uji Emisi

Suhu	CO (%)	HC (ppm)	Lambda	AFR
20°C	0.00	37	1.002	14.7
25°C	0.02	14	1.007	14.8
30°C	0.01	10	1.002	14.7
35°C	0.00	8	1.008	14.8
40°C	0.00	3	1.007	14.8
45°C	0.02	0	1.001	14.7

Gambar 3.3. Tabel hasil keluaran HC pada emisi kendaraan

Pada pengujian emisi gas buang lebih ditekankan pada keluaran gas HC (*Hydrocarbon*). Untuk suhu bahan bakar 20°C, diketahui nilai HC sekitar 37 ppm, namun

saat bahan bakar dipanaskan dan mencapai suhu 45°C, diketahui tidak ada HC yang terbuang melalui saluran emisi gas buang. Hal itu menandakan bahwa pembakaran dalam ruang bakar sempurna dan tidak menyisakan bahan bakar.

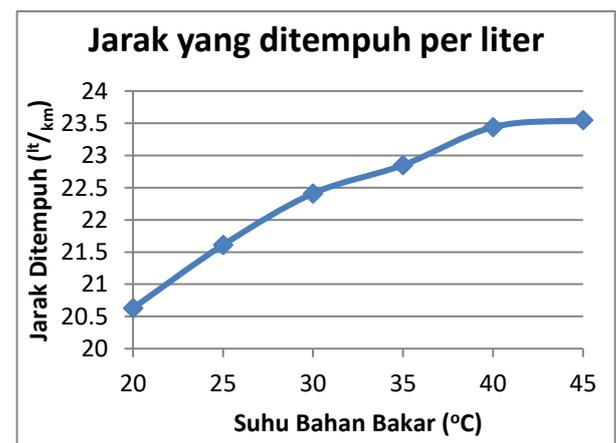
Pada pengujian ini, untuk hasil dari CO dapat dinilai cukup bagus, karena nilai CO pada pengujian ini mendekati nol yang hanya berkisar antara 0% hingga 0.02%, sedangkan ambang batas maksimal dari CO adalah 1.5%. Hal ini menunjukkan minimnya kandungan CO pada gas buang dalam kondisi apapun, baik pada saat suhu bahan bakar didinginkan maupun bahan bakar dipanaskan.

Hasil pengujian berikutnya adalah CO<sub>2</sub>. Nilai CO<sub>2</sub> dalam pengujian emisi ini dapat dilihat cukup bagus dan tidak ada perubahan yang mencolok apabila suhu bahan bakar dipanaskan maupun didinginkan. Hasil CO<sub>2</sub> ini didapat dari proses pembakaran yang sempurna atau juga didapat dari perubahan CO yang melewati *catalytic converter*.

Hasil pengujian terakhir adalah Lambda dan AFR (*Air Fuel Ratio*) yang menunjukkan hasil perbandingan yang sama. Dalam hasil pengujian tersebut, didapat nilai Lambda keseluruhan pada kisaran 1 lebih (1.001-1.008). Lambda yang memiliki nilai diatas 1 tersebut dapat diartikan bahwa campuran antara bahan bakar dan udara tersebut miskin, sedangkan nilai Lambda dibawah 1 dapat diartikan bahwa campuran antara bahan bakar dengan udara tersebut kaya.

Pada nilai AFR tidak terjadi perubahan yang mencolok. Dalam pengujian tersebut nilai AFR hanya dikisaran 14.7 dan 14.8. Nilai AFR yang tepat berada pada angka 14.7, yaitu yang berarti 1 liter bahan bakar dicampur dengan 14.7 liter udara untuk melakukan proses pembakaran.

### C. Hasil Uji Konsumsi Bahan Bakar



Gambar 3.5. Grafik hasil uji konsumsi bahan bakar

Pada hasil pengujian konsumsi bahan bakar menunjukkan hasil bahwa pada suhu bahan bakar 20°C jarak yang ditempuh ± 20.5 l/km, sedangkan pada suhu bahan bakar 45°C, jarak yang ditempuh ± 23.5 l/km.

Pembacaan hasil pengujian konsumsi bahan bakar dapat dihubungkan dengan hasil uji emisi kendaraan. Persamaan kedua hasil tersebut terletak pada nilai HC

dari gas emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan, dimana HC pada suhu bahan bakar didinginkan akan mempunyai nilai lebih tinggi (37ppm), sedangkan pada suhu bahan bakar dipanaskan tidak terdapat HC yang muncul di emisi gas buang. Hal tersebut sama dengan konsumsi bahan bakar, yaitu pada saat suhu bahan bakar didinginkan maka konsumsi menjadi lebih boros, sedangkan suhu bahan bakar dipanaskan konsumsi menjadi lebih irit. Pada kedua hal tersebut didapatkan hasil bahwa saat suhu bahan bakar didinginkan maka pembakaran dari partikel bahan bakar tersebut tidak sempurna, hasilnya terdapat bahan bakar yang masih belum terbakar dan terbuang sia-sia melalui gas buang, maka terdapat nilai HC yang tinggi (37ppm). Oleh karena bahan bakar belum terbakar sempurna dan langsung keluar melalui emisi pembuangan, maka mesin merasa kekurangan bahan bakar untuk dibakar dan memerintahkan ECU untuk mengisi lebih banyak lagi bahan bakar kedalam ruang bakar, sehingga bahan bakar menjadi boros.

Berbeda dengan kondisi dimana bahan bakar dipanaskan. Saat bahan bakar dipanaskan, partikel bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna diruang bakar dan tidak ada yang terbuang sia-sia pada emisi gas buang. Oleh karena itu mesin merasa cukup bahan bakar untuk melakukan proses pembakaran dan tidak memerintahkan ECU untuk menambah jumlah bahan bakar, sehingga pembakaran menjadi lebih efektif dan bahan bakar menjadi lebih irit.

#### 4. Kesimpulan

Dari beberapa pengujian pada mesin Nissan Grand Livina HR15DE dengan melakukan perubahan temperatur bahan bakar dengan suhu 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C, 45°C didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Media pendingin atau pemanas dibuat dengan menggunakan 4 buah *thermoelectric* untuk pendingin dan 2 buah untuk pemanas. 4 buah *thermoelectric* pendingin menghasilkan 22.167watt, sedangkan daya yang diperlukan untuk melakukan proses pendinginan 18.728watt. 2 buah *thermoelectric* untuk pemanas menghasilkan 24.01425watt, sedangkan daya yang diperlukan untuk proses pemanasan 20.288watt.
2. Pada pengujian *chasssis dynamometer*, suhu bahan bakar paling optimal untuk masuk ke dalam ruang bakar terdapat pada suhu 30°C. Pada suhu tersebut didapatkan *torque* sebesar 139.2 Nm dan power sebesar 112.7 BHP.
3. Pada pengujian emisi kendaraan, suhu bahan bakar yang paling optimal untuk masuk ke dalam ruang bakar terdapat pada suhu 45°C. Pada suhu tersebut didapatkan proses pembakaran bahan bakar sempurna, karena dibuktikan dengan tidak ditemukannya hasil HC pada emisi gas pembuangan.
4. Pada pengujian konsumsi bahan bakar, suhu bahan bakar yang paling optimal untuk masuk

ke dalam ruang bakar terdapat pada suhu 45°C. Pada suhu tersebut didapatkan bahwa perbandingan satu liter bahan bakar dapat digunakan untuk menempuh jarak sejauh 23.55 km.

#### 5. Daftar Pustaka

1. Indartono, Yuli Setyo, (2005), "*Krisis Energi di Indonesia : Mengapa dan Harus Bagaimana*", Inovasi online vol. 5/XVII/November 2005.
2. Sugiarti, (Juni 2009), "*Gas Pencemar Udara Dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia Air Pollutan Gasses and The Influence of Human Health*". Jurnal Chemica Vol. 10 Nomor 1 Juni 2009, 50-58.
3. Saputro, Yudhi Agil, (2015), " Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Bensin Melalui Pipa Kapiler Bersirip Transversal di Dalam *Upper Tank* Radiator dan Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC Pada Mobil Toyota Corona". Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Mesin Vol. 3 Nomor 4 April 2015
4. Willyanto. (1999). *Analisis Pengaruh Pemanas Solar Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Isuzu 2500 cc tipe 4JA1*. (TA No. 99.54.356). Unpublished undergraduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.