



Pemanfaatan Panas Radiator Untuk Memperbaiki Proses Pembakaran Mesin Bensin

Bambang Hertomo, Nasir Harijanto, Yuniarto Agus Winoko

Jurusan Teknik mesin, Politeknik Negeri Malang

bambang_hertomo@polinema.ac.id, mohnasir@polinema.ac.id, dhimazyuni@gmail.com

Abstrak

Rekayasa untuk memperbaiki proses pembakaran untuk menghasilkan daya optimum dengan cara memanaskan bahan bakar agar campuran udara dan bahan bakar homogen dan densitasnya turun. Kondisi ini mengakibatkan campuran udara dan bahan bakar mudah terbakar dan serta densitas bahan bakar turun, sehingga mudah masuk kedalam intake manifold. Tujuan mengetahui berapa besar daya, torsi maksimum dan konsumsi bahan bakar minimum saat bahan bakar dipanaskan pada suhu 60, 65 dan 70°C. Menentukan berapa besar perubahan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar tersebut. Metoda penurunan desitas memanfaatkan aliran panas radiator yang terkontrol secara elektronik, sehingga campuran bahan bakar dan udara yang akan diinjeksikan menjadi lebih homogen. Pengujian dayanya menggunakan metoda bukaan katup penuh dan pemakaian bahan bakar dihitung secara matematika, Hasil daya optimum 69,22hP saat suhu 60°C 4500rpm dan minimum 15,96hP saat suhu 70°C, torsi optimum 109,87Nm saat suhu 60°C 3000rpm. Besar konsumsi bahan bakar minimum 0,0676 Kg/hP.jam saat 3500rpm.

Kata kunci : Panas radiator, daya, torsi, konsumsi bahan bakar, pemanasan

1. Pendahuluan

Mesin bensin adalah mesin yang mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Proses pengubahan energi terjadi di dalam mesin itu sendiri. Saat proses pembakaran sempurna terjadi campuran udara dan bahan bakar perbandingannya tertentu. Selain suhu nyala bahan bakar harus stabil, aliran campuran udara dan bahan bakar turbulensi, tekanan serta waktu yang cukup. Kemampuan aliran campuran tersebut dalam kondisi turbulensi tergantung suhu awal bahan bakar saat akan terbakar. Pada proses pembakaran sempurna bahan bakar melepaskan semua panasnya, sehingga berpengaruh terhadap kinerja mesin. Saat suhu awal bahan bakar rendah menyebabkan nyala karburasi sehingga api pembakaran tidak dapat menjangkau daerah yang jauh sumber api atau menjangkau daerah yang sempit. Kondisi ini akibat butiran-butiran campuran bahan bahan belum terbentuk droplet. Kondisi berbeda saat suhu awal bahan bakar terlalu tinggi sehingga bahan bakar cepat menguap berakibat bahan bakar boros.

Penelitian terdahulu tentang pemanfaatan panas radiator untuk pemanasan awal bahan bakar dilakukan Azamataufiq B. dan Andik I, (2018). Dalam penelitiannya yang berjudul. “*Engine Combustion Efficiency And Performance Of Exhaust Pipe Fuel Preheating System*”. Objek penelitiannya menggunakan pipa pemanas berbahan pipa tembaga, menyimpulkan bahwa temperatur pemanasan bahan bakar bensin yang diijinkan 60°C untuk bahan pipa tembaga sebab dapat meningkatkan efisiensi pembakaran 6% dibandingkan standar. Didik A. (2017) dalam penelitian “Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Melalui Pipa Bersirip Radial Pada Uppertank Radiator dan Penambahan Etanol Dalam Bahan Bakar Pertalite Terhadap



Emisi Gas Buang Pada Mobil Suzuki APV”. Objek penelitiannya pipa untuk memanaskan bahan bakar dengan jarak sirip 10mm yang menghasilkan emisi gas buang CO dan HC. Kesimpulannya terjadi penurunan emisi CO sebesar 0,956% dan HC sebesar 260ppm dibanding standar. Toni D.P dan Budy S. 2013. Penelitian “Pemanasan Bahan bakar Bensin Dengan Komponen Radiator Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin 4-langkah”. Objek penelitiannya memanaskan bahan bakar dengan laju alir tertentu. Menyimpulkan pemakaian bahan bakar saat 2000rpm terjadi penurunan konsumsi bahan bakar untuk kondisi standar 42 ml/s dan setelah dipanaskan 25.8 ml/s dan menaikkan daya 2,43hP saat 2000 rpm.

Tujuan mengetahui berapa daya dan torsi optimal hasil pemanasan bahan bakar dengan suhu 60, 65 dan 70°C menggunakan panas dari radiator. Berapa perubahan konsumsi bahan bakar minimum yang diperlukan. Selain berapa besar Perubahan daya, torsi dan sfc terbesar saat bahan bakar mengalami pemanasan saat suhu 60, 65 dan 70°C pada mesin 4-langkah multi silinder yang terkontrol dengan sistem elektronik.

2. Dasar Teori

2.1 Proses Pembakaran

Pembakaran adalah peristiwa oksidasi cepat antara bahan bakar dan oksidator menghasilkan panas atau cahaya Ravi P.2016). Syarat proses pembakaran adalah,

1. Perbandingan kompresi yang tinggi.
2. Perbandingan udara dan bahan bakar (*air fuel ratio*) yang sesuai kondisi operasional mesin.
3. Bunga api listrik yang kuat dan tepat waktu.
- e. Kandungan sulfur maksimal 500 ppm.

2.2 Kinerja Mesin

Kinerja mesin terdiri dari daya, torsi, konsumsi bahan bakar, tekanan efektif rerata dan efisiensi serta emisi gas buang. Daya motor adalah kerja motor yang diberikan ke poros penggerak. Torsi adalah kemampuan mesin untuk melakukan kerja besarnya (Winoko.2019)

$$T = \frac{2 \times \pi \times n}{60 \times N_e} \quad (1)$$

dengan

T : Torsi (N.m)

N : Putaran mesin (rpm)

N_e : Daya (kW, Watt)

Konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) adalah keefektifan penggunaan bahan bakar dalam menghasilkan daya, besarnya (Pullkrabek W.W, 2004)

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{N_e} (2)$$

dengan

m_f: Laju alir bahan bakar (kg. jam)

Sfc : Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/hp x jam).

Besarnya laju alir bahan bakar (m_f) adalah,

$$m_f = \frac{\rho_f \times v_f}{t} (3)$$

dengan

t : Waktu (detik)

V_f : Volume bahan bakar (cc)

ρ_f : Massa jenis bahan bakar (kg/m^3)

3. Metoda

3.1 Alat dan Bahan

Pelaksanaan pengujian ini terdiri dari penyiapan alat, bahan serta set up mesin

1. Bahan untuk eksperimen

a. Bahan bakar

b. tembaga diameter 10mm

2. Alat

a. *Engine* 4 langkah (toyota.co.id/product.mb)

Diameter x langkah: 79,2 x 80,5mm

Torsi masimum :139Nm / 4600rpm

Daya Maksimum: 72Hp .4600rpm



Gambar 1 Pengujian kinerja mesin

a. Gelas ukur.

b. *Tachometer*

c. *Stop watch*

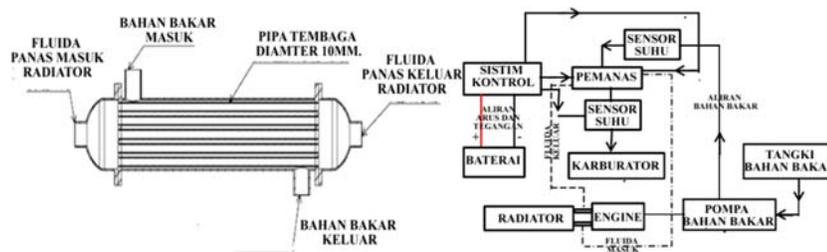
d. Blower

e. Dinamo meter

f. Alat kontrol pengukur suhu

3.2 Rancangan

Rancangan teknik aliran panas ditunjukkan gambar 2. Prinsip kerja alat pemanas bahan bakar otomatis ini memanfaatkan sirkulasi dari sistem pendingin kendaraan, kalor yang di buang ke lingkungan melewati radiator di manfaatkan sebagian sebagai pemanas bahan bakar. Cairan air radiator yang baru keluar dari sistem di masukkan kedalam alat penghantar panas ke saluran yang melewati pipa kecil di dalamnya, lalu dalam saat bersamaan bahan bakar di alirkan ke dalam tabung yang dilewati pipa yang dilewati fluida panas tersebut.



Gambar 2 Skema aliran pemanas

3.3 Prosedur Uji

Prosedur uji adalah,

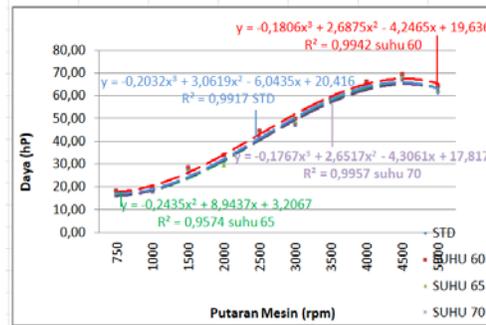
- Set up mesin sesuai SOP
- Kalibrasi alat pemanas elektronik
- Letakkan kendaraan di atas dynamo meter
- Panaskan mesin sampai suhu kerja.
- Hidupkan computer data
- Hidupkan blower
- Hidupkan dynamometer
- Masukkan gigi pemindah pada gigi yang tertinggi, sambil gas penuh.
- Ambil data untuk setiap putaran mesin.
- Kurangi kecepatan dan putarannya sampai stasioner lalu tunggu beberapa saat dan matikan mesin.

4. Pembahasan

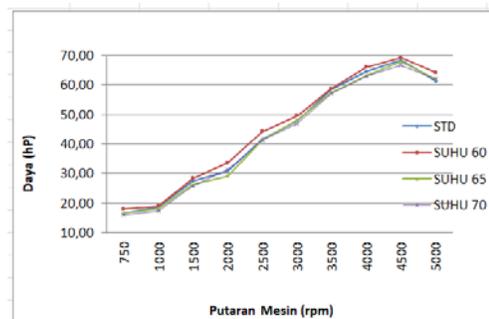
4.1 Daya

Gambar 3 menunjukkan data hasil pengujian daya yang tersaji dalam bentuk grafik saat menggunakan bahan bakar standar (pertalite) yang tidak terpanaskan, dan bahan bakar yang terpanaskan dengan suhu 60°C, 65°C dan 70°C. Pengukuran suhu dengan menggunakan kontrol elektronik menggunakan program arduino. Pengujian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% untuk setiap proses pengujiannya, artinya jika nilai R^2 harus lebih dari 0,95. Pada kondisi tersebut tampak semuanya tersaji dengan nilai R^2 untuk kondisi standar $y = -0,2032x^3 + 3,0619x^2 - 6,0435x + 20,416$, $R^2 = 0,9917$, untuk bahan bakar yang terpanaskan dengan suhu 60°C menghasilkan $R^2 = 0,9942$ dengan persamaan $y = 0,1806x^3 + 2,6875x^2 - 4,2465x + 19,636$, dan suhu 65°C dengan persamaan $y = -0,2435x^2 + 8,9437x + 3,2067$, $R^2 =$

0,9574, suhu 70°C persamaannya $y = -0,1767x^3 + 2,6517x^2 - 4,3061x + 17,817$ dengan nilai $R^2 = 0,9957$. Pada daya ini terdapat pergeseran daya terbesar, di mana saat kondisi standar daya terbesar terjadi 4600rpm sedang saat suhu 60°C daya terbesar 69,222hP terjadi saat 4500rpm, untuk suhu 65°C dayanya 67,78hP saat 4500rpm dan untuk 70°C terjadi saat 4500rpm sebesar 66,60hP.



Gambar 3 Grafik daya trendline



Gambar 4 Grafik daya point to point

Berdasarkan gambar 4 pada putaran mesin rendah yaitu putaran yang terjadi antara 750 sampai dengan gigi top sampai dengan 2000 rpm menghasilkan daya yang rendah pula, sedang pada putaran sedang yaitu putaran mesin antara 2000rpm sampai dengan 3500rpm meningkat seiring dengan naiknya putaran mesin juga, akan tetapi pada kondisi tertentu dayanya stagnan (tetap) dan pada putaran tinggi terjadi penurunan daya. Kondisi ini dapat dijelaskan karena sesuai dengan persamaan bahwa daya adalah hasil dari perkalian anatar gaya dengan kecepatan linier atau dengan persamaan

$$N_e = F \times v$$

Berdasarkan rumus diatas maka daya adalah fungsi dari gaya dan kecepatan, sedang kecepatan disini adalah kecepatan linier. Terdapat hubungan persamaan antara kecepatan linier dengan kecepatan angular yang besarnya,

$$v = \omega \times r$$

Artinya kecepatan linier tergantung pada kecepatan sudut dan juga jarak antara pusat sesaat terhadap tinjauan, sehingga semakin besar ω maka semakin besar juga kecepatan liniernya dan



berbanding terbalik dengan jaraknya. Hubungan antara kecepatan sudut dan putaran mesin dapat dirumuskan dengan persamaan,

$$\dot{\omega} = \frac{2 \pi x n}{60}$$

artinya kecepatan sudut berbanding lurus dengan putaran atau dengan kata lain semakin besar kecepatan sudutnya semakin besar putarannya. Besarnya perubahan daya terhadap standar untuk setiap putaran mesin ditunjukkan tabel 1.

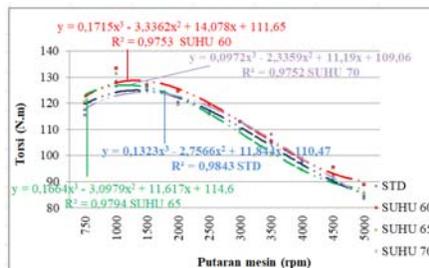
Tabel 1 Perubahan daya terhadap standar

Putaran mesin (rpm)	60°-std	65°-std	70°-std
750	1,50	-0,02	-0,60
1000	0,36	-0,54	-1,18
1500	0,85	-1,20	-1,66
2000	2,78	-1,62	0,46
2500	2,64	-0,16	-0,30
3000	1,73	0,11	-0,99
3500	0,12	-1,06	-1,47
4000	1,51	-1,33	-1,66
4500	0,84	-0,59	-1,78
5000	2,75	0,68	0,82

4.2 Torsi

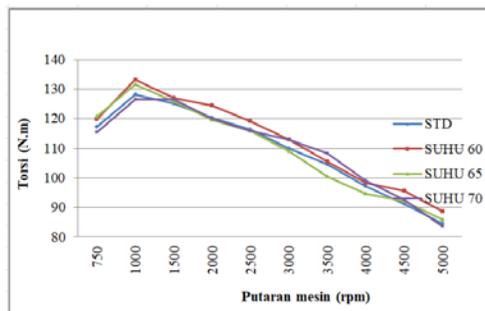
Besarnya torsi rerata pada setiap kondisi bahan bakar ditunjukkan gambar 5 dan gambar

6



Gambar 5 Grafik torsi trendline

Berdasarkan gambar tersebut tampak bahwa torsi terbesar terjadi saat bahan bakar terpanaskan dengan suhu 60°C baik saat putaran rendah sedang maupun tinggi terhadap kondisi standar. Kenaikkan daya terbesar terjadi saat 4500 sampai dengan 5000rpm, artinya kenaikan daya terbesar terjadi saat putaran tinggi. Untuk bahan bakar yang terpanaskan dengan suhu 65°C pada putaran rendah daya yang dihasilkan lebih tinggi terhadap standar, sedang untuk putaran sedang lebih rendah dari standar demikian pula untuk putaran tinggi yang hasilnya lebih kecil dari standar. Pada kondisi ini tetap dengan tingkat kepercayaan 95% seperti yang ditunjukkan oleh persamaan $y = 0,1323x^3 - 2,7566x^2 + 11,844x + 110,47$ dengan nilai $R^2 = 0,9843$ untuk kondisi standar dan untuk suhu bahan bakar 60°C dengan $R^2=0,9753$ menghasilkan persamaan $y=0,1715x^3 - 3,3362x^2+14,078x+111,65$ serta untuk suhu 65°C dengan persamaan $y=0,1664x^3-3,0979x^2+ 11,617x+114,6$ dengan $R^2=0,9794$, Kondisi saat bahan bakar terpanaskan dengan suhu 70°C menghasilkan $R^2=0,9752$ dengan persamaan $y=0,0972x^3-2,3359x^2+ 11,19x +109,06$



Gambar 6 Grafik torsi point to point

Untuk bahan bakar yang terpanaskan dengan suhu 70°C pada putaran rendah, sedang dan tinggi dayanya lebih kecil dari standar. Pada kondisi ada 3000rpm sampai dengan 3500rpm terjadi peningkatan daya 3hp dibanding standar. Kondisi suhu bahan bakar terpanaskan dengan suhu 60°C menghasilkan torsi yang besar dibandingkan dengan saat suhu 65°C dan 70°C, untuk bahan bakar terpanaskan dengan suhu 65°C untuk putaran rendah baik untuk mengatasi torsi dibandingkan dengan kondisi standar,

Tabel 2 Perubahan torsi terhadap standar

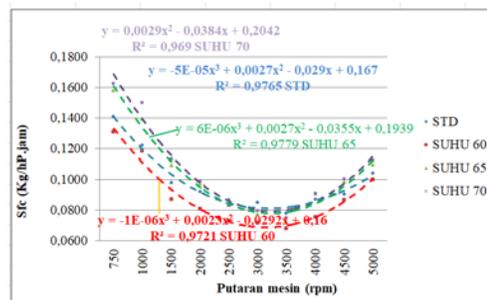
Putaran mesin (rpm)	60°-std	65°-std	70°-std
750	2,53	3,40	-1,87
1000	4,99	3,25	-1,74
1500	1,83	0,83	1,43
2000	4,24	-0,79	-0,15
2500	2,78	-0,55	-0,64
3000	2,94	-0,79	3,09



3500	0,96	-4,19	3,64
4000	1,18	-2,62	1,71
4500	4,35	0,82	1,31
5000	4,20	1,32	-1,06

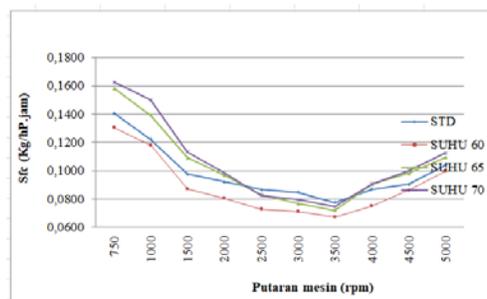
4.3 SFC

Perbandingan konsumsi bahan bakar untuk setiap perubahan putaran mesin ditunjukkan gambar 7 dan 8. Berdasarkan gambar



Gambar 7 Grafik sfc trendline

Gambar 7 menunjukkan terjadinya perubahan konsumsi bahan bakar di mana saat putaran rendah memerlukan konsumsi bahan bakar yang besar, kondisi ini terjadi antara pada awal putaran memerlukan proses pembakaran dengan kondisi kaya, seiring dengan naiknya putaran mesin sampai dengan titik tertentu. Kondisi ini terjadi karena dengan naiknya putaran mesin berarti suhu di dalam ruang bakar juga naik, sehingga kebutuhan udara dan



Gambar 8 Grafik sfc point to point

bahan bakar terpenuhi. Selain itu juga campuran udara dan bahan bakar yang masuk dengan tekanan tinggi mempunyai kerapatan lebih tinggi. pembakaran akan sempurna jika ada pencampuran yang baik, jumlah udara dan waktu pembakaran yang cukup, temperatur yang cukup tinggi dan kerapatan campuran yang cukup. Dengan kerapatan yang lebih tinggi. Pembakaran lebih sempurna tentunya akan mengakibatkan kebutuhan bahan bakar menurun, sebab tekanan masuk yang lebih tinggi membuat sehingga bahan bakar lebih homogen.



Besarnya perubahan bahan bakar untuk setiap perubahan putaran ditunjukkan tabel 3. Untuk bahan bakar dengan suhu 60°C pada semua putaran mesin menghasilkan bahan bakar yang lebih kecil dari standar. Kondisi ini diakibatkan bahan bakar pada suhu tersebut sudah dalam kondisi homogen sehingga semua campuran udara dan bahan bakarnya siap untuk terbakar kondisi berbeda saat suhu 65 dan 70°C dengan daya yang dihasilkan sedikit lebih kecil dari standar dan kebutuhan bahan bakar yang boros, kondisi ini akibat bahan bakar sebelum masuk ruang bakar sudah terlebih dahulu menguap sehingga kebutuhan bahan bakar menjadi lebih banyak.

Tabel 3 Perubahan sfc terhadap standar

Putaran mesin (rpm)	60°-std	65°-std	70°-std
750	-0,01	0,02	0,02
1000	0,00	0,02	0,03
1500	-0,01	0,01	0,02
2000	-0,01	0,00	0,01
2500	-0,01	0,00	0,00
3000	-0,01	-0,01	-0,01
3500	-0,01	-0,01	0,00
4000	-0,01	0,00	0,00
4500	0,00	0,01	0,01
5000	0,00	0,01	0,01

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Simpulan

Berdasarkan data maka daya optimum 69,22hP saat suhu 60°C 4500rpm dan minimum 15,96hP saat suhu 70°C, torsi optimum 109,87Nm saat suhu 60°C 3000rpm. Besar konsumsi bahan bakar minimum 0,0676 Kg/hP.jam saat 3500rpm.

5.2 Saran

Pengukuran suhu bahan bakar sebaiknya dilakukan dengan rentang suhu yang lebih kecil lagi. Perlu dilakukan uji coba lagi untuk jenis dynamometer jenis lainnya.

6. Daftar Pustaka

- [1] Azamataufiq Budiprasojo, dan Andik Irawan, 2018. "Engine Combustion Efficiency And Performance Of Exgaust Pipe Fuel Preheating System. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.9, No.1 ISSN 2477-6041. Tahun 2018: pp 1-7.
- [2] Didika. 2017, "Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Dengan Radiator Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin," Proton, vol. 4, no. 1, hal. 44-48, 2017.



- [3] Pulkrabek, W. W. 2004. *Engineering Fundamental of The Internal Combustion Engine*. Pearson Prentice-Hall, New Jersey
- [4] Ravi Prakash Vishwakarma, Mahesh Kumar. 2016. “Internal Combustion Engine.” International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395 - 0056. Volume: 03 Issue: 01 | Jan-2016
- [5] Toni Dwi Putra dan Budyi Suswanto. 2013. Pemananasan Bahan Bakar Bensin Dengan Komponen Radiator Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin 4-langkah. Jurnal Widya Teknik Vol.21 No.1; Maret 2013. pp 37–41.
- [6] Yuniarto Agus W. 2019. “Penujian Daya dan Emisi Gas buang”, Edisi Revisi Polinema press. Malang.
- [7] Sumber: <http://www.pertamina.com>
- [8] Sumber : <http://toyota.co.id/product.mb>