

PENGARUH VARIASI TEKANAN PENYEMPROTAN DENGAN PENAMBAHAN PUTARAN ULIR NOSEL TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR, DAYA MESIN DAN KEPEKATAN GAS BUANG PADA ISUZU PANTHER HI GRADE

Oleh:

Yanuar Alam¹⁾, Paryono²⁾, Mustaman³⁾

¹ Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang

E-mail: alam_yanuar151@yahoo.com

ABSTRAK : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi putaran ulir nosel dengan kedalaman 0 mm, 0,35 mm dan 0,70 mm dengan putaran mesin 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm terhadap daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik efektif dan kepekatan gas buang mesin diesel phanter hi grade. Pelaksanaan pengujian dilakukan di PPPTK VEDC Malang tanggal 24 Maret 2015. Rancangan penelitian yang digunakan adalah experimental. Analisis data yang digunakan adalah analisis anova dua jalan dan post hoc. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pada daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik efektif dan kepekatan gas buang mesin diesel isuzu panther hi grade terhadap variasi putaran ulir nosel dengan variasi putaran mesin. Rata-rata keseluruhan data putaran ulir yang efektif terhadap daya berada pada putaran ulir 0,35 mm 33,9334 HP, Rata-rata keseluruhan data putaran ulir yang paling efektif terhadap konsumsi bahan bakar spesifik efektif berada 0,70 mm. 0,1825 kg. HP-1 . jam -1, Rata-rata keseluruhan data putaran ulir yang paling efektif terhadap persentase kepekatan gas buang berada pada 0,70 mm. 26,35%.

Kata kunci: tekanan penginjeksian, putaran ulir, daya mesin, konsumsi bahan bakar spesifik, kepekatan gas buang.

Perkembangan ilmu dan teknologi yang pesat menyebabkan dampak yang besar pada dunia otomotif. Berbagai riset dan inovasi dilakukan untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam perkembangan sarana transportasi khususnya pada kendaraan roda empat. Seiring dengan bertambahnya permintaan pasar akan kebutuhan kendaraan yang pesat, maka produsen kendaraan berlomba-lomba dalam mengembangkan produk yang dihasilkannya. Masing-masing produsen mulai menawarkan berbagai keunggulan yang dimiliki oleh produknya, seperti mobil dengan kapasitas mesin yang lebih besar, konsumsi bahan bakar yang irit

dan emisi gas buang yang rendah menjadi incaran para konsumen saat ini. Namun untuk masyarakat menengah yang belum mampu membeli mobil produk terbaru perlu melakukan beberapa modifikasi pada mesin kendaraan dengan tujuan untuk meningkatkan performa kendaraan yang sudah menurun kinerjanya karena sudah berumur.

Menurunnya kinerja kendaraan terjadi ketika usia mesin sudah tidak lagi muda, hal ini diakibatkan oleh banyaknya komponen yang aus, khusus mobil diesel ausnya komponen penginjeksianlah yang mempengaruhi kinerja kendaraan menurun, bahan bakar boros, daya tidak maksimal dan

kepekatan gas buang meningkat, Sehingga nosel tidak dapat menghasilkan penyemprotan bahan bakar berbentuk partikel halus, akibatnya bahan bakar tidak bisa terbakar sempurna di ruang bakar. Sehingga perlu dilakukan inovasi guna memperbaiki dan meningkatkan kinerja mesin meski tidak 100% kembali seperti keluaran pabrikan dengan cara melakukan penambahan putaran ulir pada baut penyetel tekanan penginjeksian di pegas nosel.

Komponen utama yang mempengaruhi kinerja mesin diesel adalah nosel, komponen ini berfungsi sebagai media utama untuk melakukan penginjeksian bahan bakar ke ruang bakar, dengan demikian ketika nosel sudah berkurang kinerjanya maka hasil pembakaran akan berkurang sehingga terjadi boros konsumsi bahan bakarnya, daya kurang maksimal dan banyak kepekatan gas buang naik. Perlu dilakukan perawatan khusus pada nosel supaya nosel kembali bekerja maksimal.

Distribusi bahan bakar pada mesin harus terbagi secara merata sehingga bahan bakar akan masuk ruang bakar akan memiliki volume yang sama. Jika bahan bakar tidak didistribusikan dengan baik, maka sebagian dari oksigen yang tersedia tidak akan dimanfaatkan dan keluaran daya mesin akan rendah. Untuk menjaga keadaan mesin dengan performa maksimal, hemat bahan bakar dan kepekatan gas buang yang ramah lingkungan, maka diperlukan penambahan putaran ulir pada baut penyetel tekanan penginjeksian nosel supaya daya penginjeksian maksimal. Jika salah satu komponen nosel ada yang aus maka bisa dipastikan performa motor itu akan turun. Pada nosel juga terdapat pegas yang jika aus akan berkurang tingkat pemegasannya sehingga akan berpengaruh pada daya penginjeksian.

Melemahnya pegas nosel berakibat pada penyemprotan bahan bakar boros, daya kurang maksimal dan kepekatan gas buang naik.

Untuk memaksimalkan kembali kerja mekanisme nosel yang turun karena pegas nosel yang lemah maka diperlukan memvariasi kekuatan pegas nosel dengan cara memutar ulir penekan pegas nosel dengan menambahkan putaran ulir dengan ukuran sesuai pegas nosel. Penyetelan putaran ulir pada pegas nosel berfungsi untuk mengembalikan kekuatan pemegasan pegas nosel yang melemah. Melemahnya tekanan penyemprotan pada nosel mengakibatkan daya kurang maksimal dan kepekatan gas buang naik.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu diadakan sebuah penelitian tentang penambahan putaran ulir pada pegas nosel dengan tebal yang berbeda-beda. Hal ini bertujuan agar bisa dilihat dengan jelas kenaikan atau bahkan penurunan dari konsumsi bahan bakar, daya dan kepekatan gas buangnya karena penambahan putaran ulir pada pegas nosel dengan ukuran yang berbeda. Penelitian dilakukan pada motor yang mempunyai jumlah silinder lebih dari satu, hal ini dimaksudkan agar semakin banyak nosel yang diberi tambahan putaran ulir pada tiap silinder motor itu, sehingga perbedaan konsumsi bahan bakar, tenaga dan kepekatan gas buangnya bisa terlihat jelas dari sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen. Penelitian ditujukan untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan penyemprotan dengan penambahan putaran ulir nosel terhadap konsumsi bahan bakar,

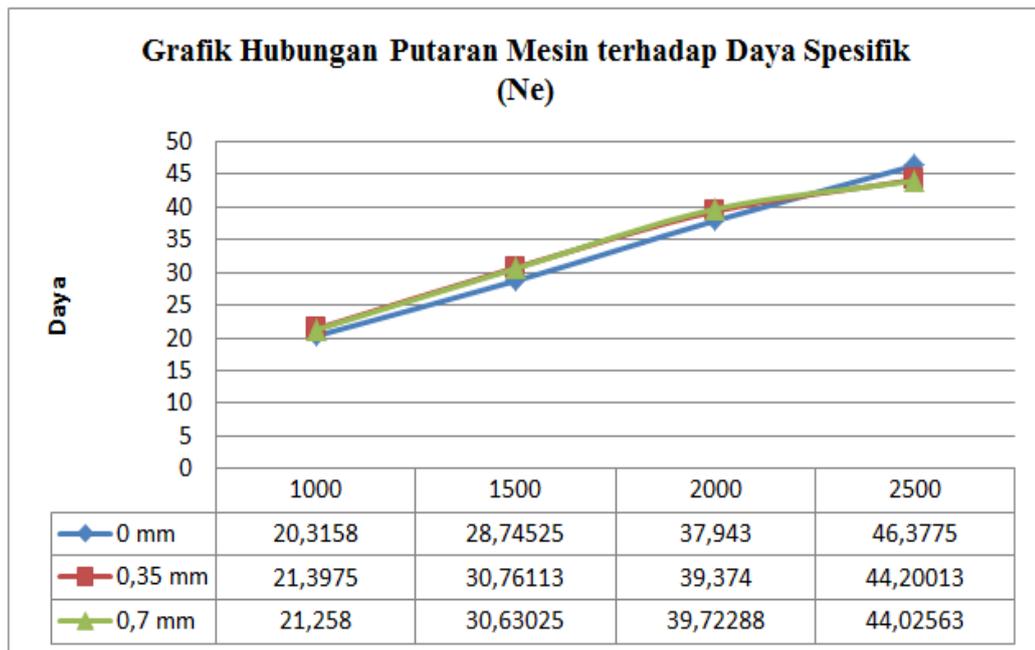
daya mesin dan kepekatan gas buang pada isuzu panther hi grade. Penelitian ini melibatkan beberapa variabel, yaitu variabel bebas yaitu putaran ulir nosel dan putaran mesin (rpm) sedangkan variabel terikat yaitu konsumsi bahan baka, daya mesin dan kepekatan gas buang. Variabel-variabel ini kemudian dikembangkan menjadi instrumen untuk merekam data penelitian yaitu konsumsi bahan bakar, daya mesin dan kepekatan gas buang di dalam laboratorium. Kemudian setelah data terekam, selanjutnya dilakukan pengeditan data agar valid. Untuk menguji hipotesis menggunakan analisis data, analisis statistik parametrik dengan metode *two way anova* dan *past ho*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

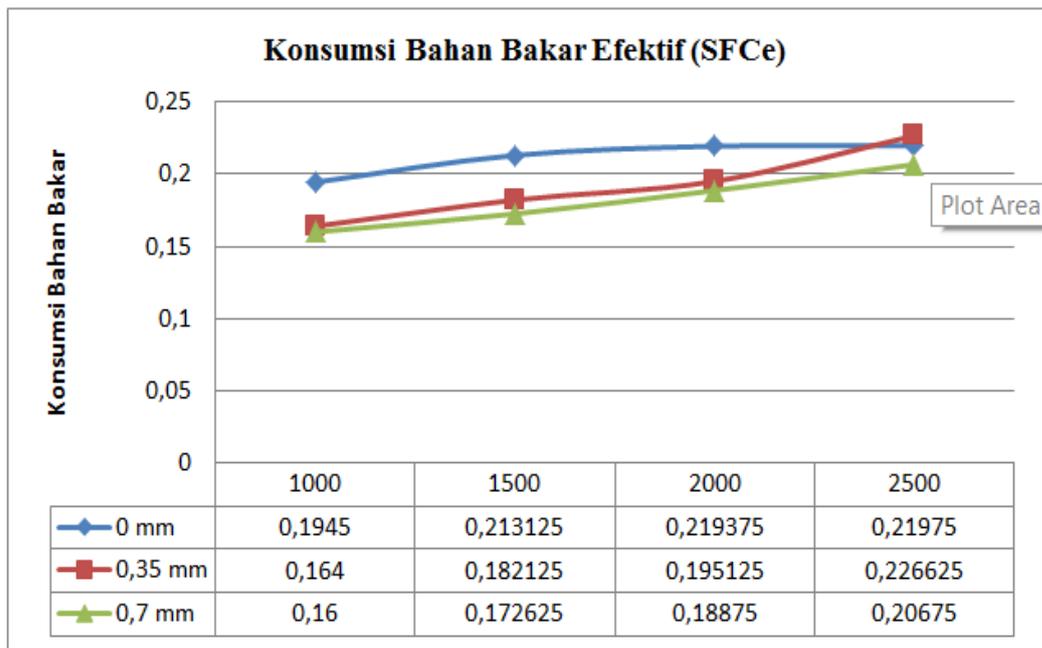
Dengan mengubah tekanan pembuka-an penyemprotan pada injektor nosel mempunyai pengaruh terhadap konsumsi bahan

bakar spesifik, daya spesifik dan kepekatan gas buang.

Dapat dilihat pada gambar, garis biru muda merupakan pengujian pada putaran ulir 0 mm pada baut penyetel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap daya efektif didapatkan rata-rata pada putaran 1000 rpm: 20,3158 HP, 1500 rpm: 28,74525 HP, 2000 rpm: 37,943 HP, 2500 rpm: 46,3775 HP. Garis merah maron merupakan pengujian pada putaran ulir 0,35 mm pada baut penyetel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap daya efektif didapatkan rata-rata pada putaran 1000 rpm: 21,3975 HP, 1500 rpm: 30,76113 HP, 2000 rpm: 39,374HP, 2500 rpm: 44,20013HP. Garis hijau merupakan pengujian pada putaran ulir 0,70 mm pada baut penyetel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap daya efektif didapatkan rata-rata pada putaran 1000 rpm: 21,258 HP, 1500 rpm: 30,63025 HP, 2000 rpm: 39,72288 HP, 2500 rpm: 44,02563 HP.



Gambar 1 Grafik Pengaruh Variasi Putaran Ulir Nosel pada Putaran Mesin terhadap Daya Efektif



Gambar 2 Grafik Pengaruh Variasi Putaran Ulir Nosel dengan Variasi Putaran Mesin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Dapat dilihat pada gambar, garis berwarna biru merupakan pengujian pada putaran ulir 0 mm pada baut penyatel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar spesifik efektif didapatkan rata-rata pada putaran 1000 rpm: 0,1945 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹, 1500 rpm: 0,213125 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹, 2000 rpm: 0,219375 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹, 2500 rpm: 0,21975 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹. Garis berwarna merah maron merupakan pengujian pada putaran ulir 0,35 mm pada baut penyatel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar spesifik efektif didapatkan rata-rata pada putaran 1000 rpm: 0,164 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹, 1500 rpm: 0,182125 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹, 2000 rpm: 0,195125 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹, 2500 rpm: 0,226625 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹. Garis berwarna hijau merupakan pengujian pada putaran ulir 0,35 mm pada baut penyatel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap konsumsi

bahan bakar spesifik efektif didapatkan rata-rata pada putaran 1000 rpm: 0,16 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹, 1500 rpm: 0,172625 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹, 2000 rpm: 0,18875 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹, 2500 rpm: 0,20675 Kg.HP⁻¹. Jam⁻¹.

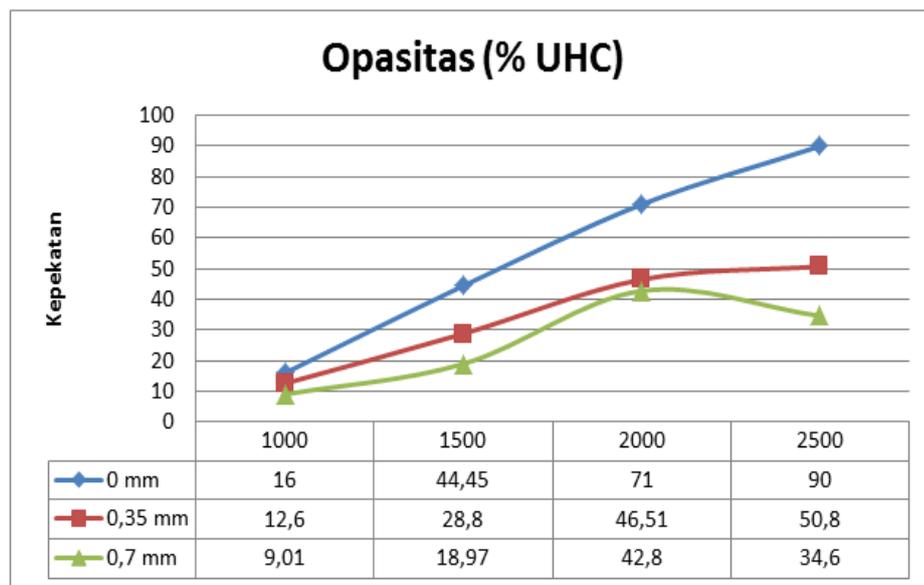
Pada gambar, garis berwarna biru merupakan pengujian pada putaran ulir 0 mm pada baut penyatel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap opasitas didapatkan rata-rata pada putaran 1000 rpm: 16 %UHC, 1500 rpm: 44,48 %UHC, 2000 rpm: 71%UHC, 2500 rpm: 90 %UHC. Garis berwarna merah maron merupakan pengujian pada putaran ulir 0,35 mm pada baut penyatel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap opasitas didapatkan rata-rata pada putaran 1000 rpm: 12,6 %UHC, 1500 rpm: 28,8 %UHC, 2000 rpm: 46,51 %UHC, 2500 rpm: 50,8%UHC. Garis berwarna hijau merupakan pengujian pada putaran ulir 0,35 mm pada baut penyatel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap opasitas

didapatkan rata-rata pada putaran 1000 rpm: 9,01 %UHC, 1500 rpm: 18,97 %UHC, 2000 rpm: 42,8 %UHC, 2500 rpm: 34,6 %UHC.

Setelah dilakukan pengujian dan diperoleh data penelitian, kemudian data tersebut dilakukan perhitungan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan, data diolah dan dianalisis untuk menguji hipotesis yang telah diasumsikan bahwa hipotesis diterima ataupun ditolak. Sehingga nanti dapat disimpulkan bahwa ada atau tidaknya hubungan signifikan antara variasi putaran ulir pada baut penyatel nosel dengan variasi putaran mesin terhadap daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik efektif dan kepekatan gas buang mesin diesel phanter hi grade. Pengaruh Variasi Putaran Ulir Nosel dan Variasi Putaran Mesin terhadap Daya Efektif. Berdasarkan pengambilan pengujian dari keseluruhan pengambilan data diperoleh fakta bahwa dengan variasi putaran ulir nosel baut pada penyatel tekanan penginjeksian antara 0 mm, 0,35 mm dan 0,70 mm

terjadi peningkatan daya efektif hal ini terlihat pada gambar grafik 1.

Faktor-faktor yang diasumsikan dapat mempengaruhi daya efektif, yaitu gaya inersia, gaya gesek dan gaya maksimum. Menurut Arismunandar (1986:47) bahwa "Setiap komponen memiliki massa, gaya inersia dari massa tersebut mempengaruhi moment putar reaksi. Hal ini terjadi karena gaya inersia dari benda yang bergerak (torak) adalah gaya berlawanan dengan berlawanan dengan gerakan benda. Sedangkan gaya gesek adalah gaya yang disebabkan adanya interaksi antara molekul molekul yang saling bergerak (relatif) (Sarojo, 2002: 77). Aplikasi diesel putaran tinggi meliputi pemakaiannya sebagai penggerak kendaraan bermotor, seperti mobil yang biasanya memiliki batas daya atau daya maksimum yang disetting dari pabrik untuk disesuaikan dengan tujuan pemakaiannya. Karena apabila melebihi batas pemakaian dapat menyebabkan keausan pada mesin.

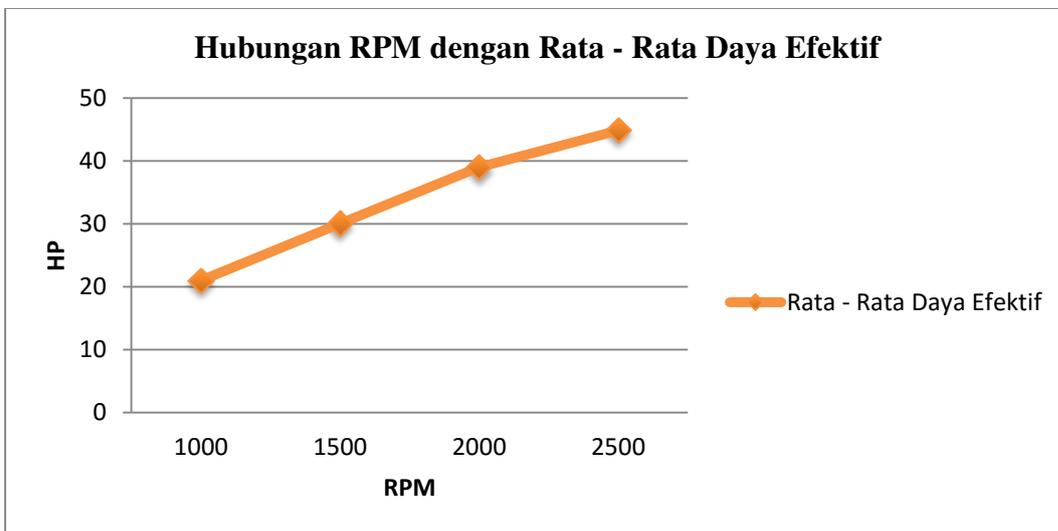


Gambar 3 Grafik Pengaruh Variasi Putaran Ulir Nosel pada Putaran Mesin Terhadap Opasitas (% UHC)

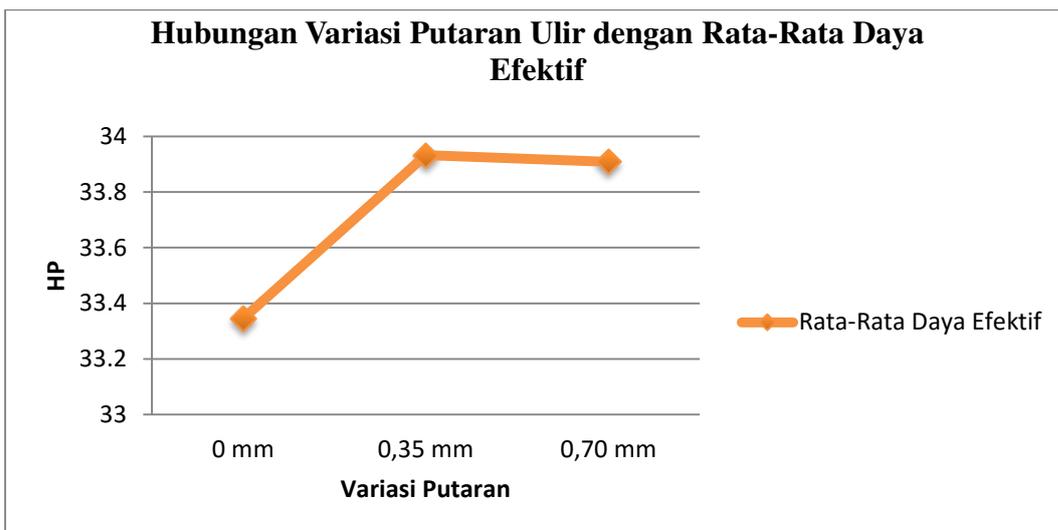
Selain faktor diatas terdapat juga faktor dari dalam mesin, seperti kerugian kalor pada dinding silinder dan puncak torak sehingga menyebabkan temperatur menjadi lebih rendah. Proses pembakaran yang semakin cepat akan mempengaruhi mesin dalam melakukan pengambilan bahan bakar dan udara dalam waktu yang singkat, hal ini dapat menyebabkan efek jarum suntik yaitu semakin cepat penyedotan maka akan mempengaruhi proses pengambilan. Selain itu

juga waktu pengapian yang disesuaikan dengan gerakan torak yang semakin cepat, menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna.

Berdasarkan Gambar 4 yang merupakan rata-rata dari keseluruhan daya efektif terhadap variabel putaran didapatkan penemuan bahwa putaran mesin yang efektif terhadap daya efektif yaitu pada putaran 2500 rpm, pada putaran itu merupakan puncak daya efektif dengan 44,86775 HP.



Gambar 4 Hubungan Rata-Rata Daya Efektif terhadap Putaran Mesin



Gambar 5 Hubungan Rata-Rata Daya Efektif terhadap Variasi Putaran Mesin

Pada Gambar 5 merupakan data hasil pengujian daya efektif rata-rata pada setiap variasi putaran ulir nosel. Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran variasi putaran mesin daya efektif semakin meningkat. Adapun faktor-faktor yang diasumsikan mempengaruhinya adalah tekanan penyemprotan, dengan gaya pegas yang bertambah besar maka tekanan untuk melakukan pengkabutan bahan bakar akan semakin baik, karena bahan bakar akan terkabut berupa partikel-partikel kecil yang akan meningkatkan proses pembakaran mesin dan daya tertinggi berada pada variasi putaran ulir dengan ukuran 0,35 mm sebesar 33,93319 HP.

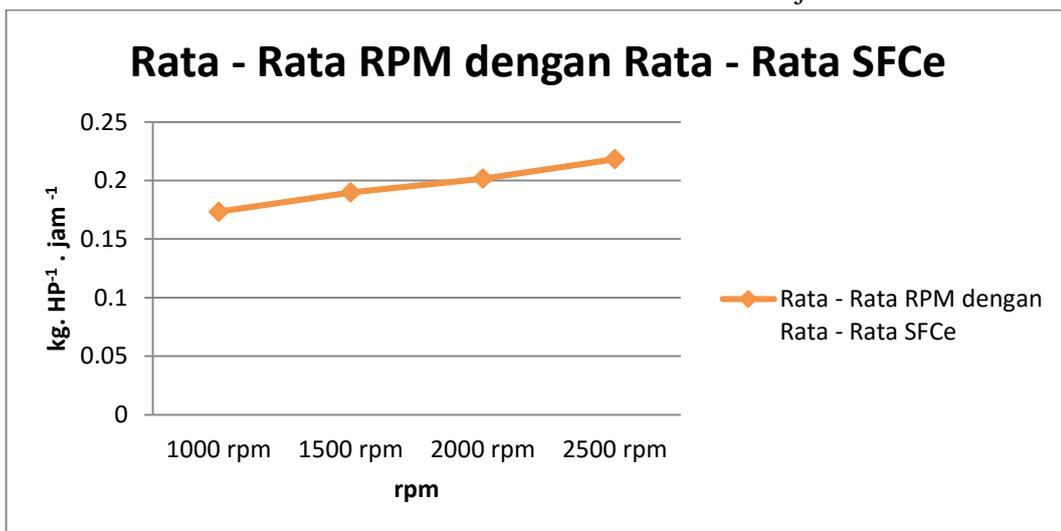
Pengaruh Variasi Putaran Ulir Nosel dan Variasi Putaran Mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif

Berdasarkan hasil pengujian dari keseluruhan pengambilan data diperoleh fakta bahwa dengan dilakukan variasi putaran ulir 0 mm, 0,35 mm dan 0,70 mm terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar

efektif spesifik yaitu pada 2500 rpm terlihat pada gambar 2.

Secara teori (SFCe) konsumsi bahan bakar spesifik efektif merupakan perbandingan antara (Fc) konsumsi bahan bakar dengan (Ne) daya efektif karena peningkatan (Fc) lebih besar dari (Ne) maka (SFCe) juga meningkat.

Trommelmans.J (1996: bab 9-1), dengan naiknya jumlah putaran motor, sudut yang dilalui poros engkol antara permulaan penyemprotan bahan bakar dan awal pembakaran (selama perlambatan penyalaan/ selang) selalu bertambah besar, akibatnya pembakaran selalu terjadi di belakang, dengan efisiensinya yang selalu rendah sebagai akibatnya. Efek lain yang merugikan pada pembakaran dengan kenaikan jumlah putaran adalah kenyataan bahwa antara mulai pemberian bahan bakar oleh pompa penyemprot dan mulai penyemprotan bahan bakar selalu terjadi pada waktu yang sama. Hal ini tergantung jumlah putaran motor dan ditentukan oleh panjang diameter saluran-saluran penyemprotan dan kecepatan dimana tekanan menjalar dalam bahan bakar.



Gambar 6 Hubungan Rata-Rata Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif dengan Putaran Mesin

Berdasarkan Gambar 6 yang merupakan rata-rata dari keseluruhan konsumsi bahan bakar spesifik efektif terhadap variabel putaran mesin didapatkan temuan bahwa putaran mesin dengan konsumsi bahan bakar spesifik efektif yang terefektif yaitu pada putaran mesin 1000 rpm, pada putaran ini merupakan titik terendah konsumsi bahan bakar spesifik efektif dengan 0,17 kg.HP/Jam.

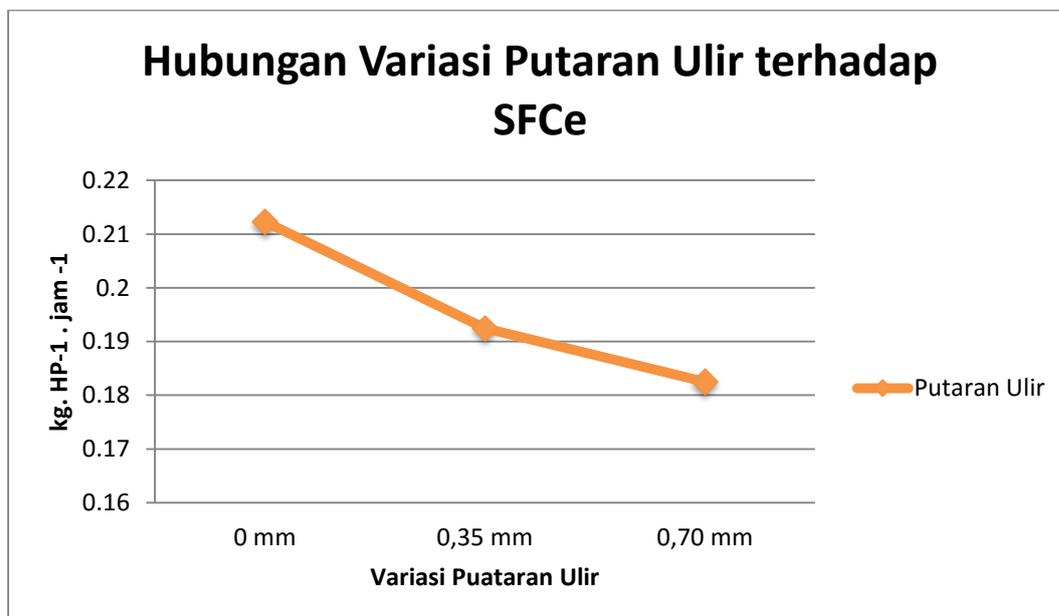
Berdasarkan Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa variasi perubahan putaran ulir membawa pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar spesifik efektif variasi 0 mm mengalami penurunan sampai 0,70 mm. Dan pada titik 0,70 mm merupakan titik terendah dari konsumsi bahan bakar spesifik efektif 0,1825 Kg. HP⁻¹. jam⁻¹. Pada titik ini dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik efektif sangat efisien atau terbilang irit, kemungkinan faktor yang mempengaruhi adalah bahan bakar yang

terpakai dalam proses penginjeksian yang tercabut volumenya lebih sedikit dari kekuatan pemegasan pegas nosel.

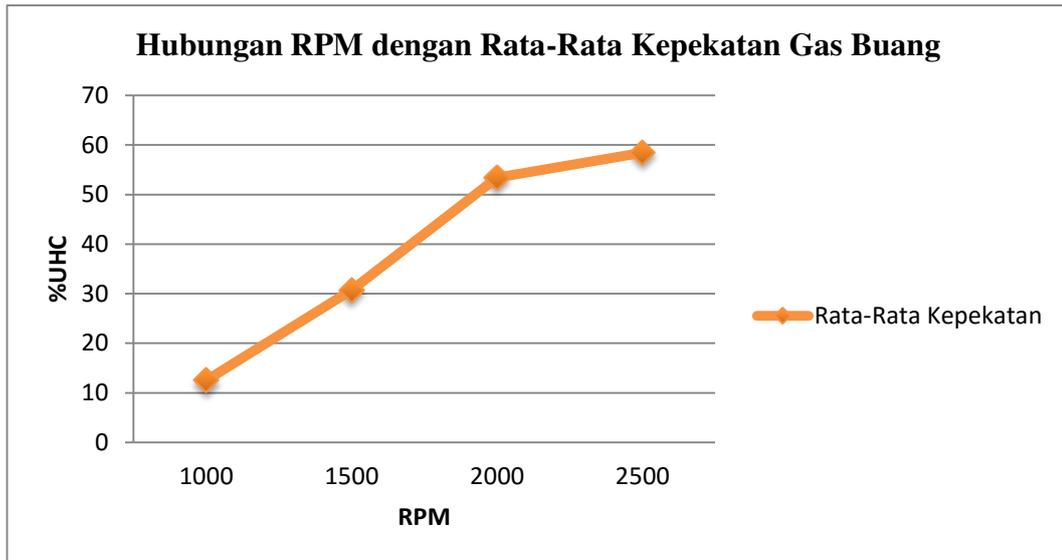
Pengaruh Variasi Putaran Ulir Nosel dan Variasi Putaran Mesin terhadap Kepekatan Gas Buang

Kepekatan selalu berhubungan dengan tebalnya asap hitam yang dihasilkan oleh mesin diesel. Tingginya persentase data yang didapatkan untuk kepekatan dipengaruhi oleh putaran mesin dan tekanan pengkabutan nosel, dalam melakukan proses pembakaran yang tidak mampu membakar hidrokarbon secara merata. Dimana semakin tinggi putaran mesin, maka kepekatan yang dihasilkan juga semakin pekat.

Setelah diperoleh analisis untuk kepekatan (opasitas) didapatkan hasil bahwa putaran mesin dan tekanan pengkabutan nosel berpengaruh terhadap kepekatan gas buang.



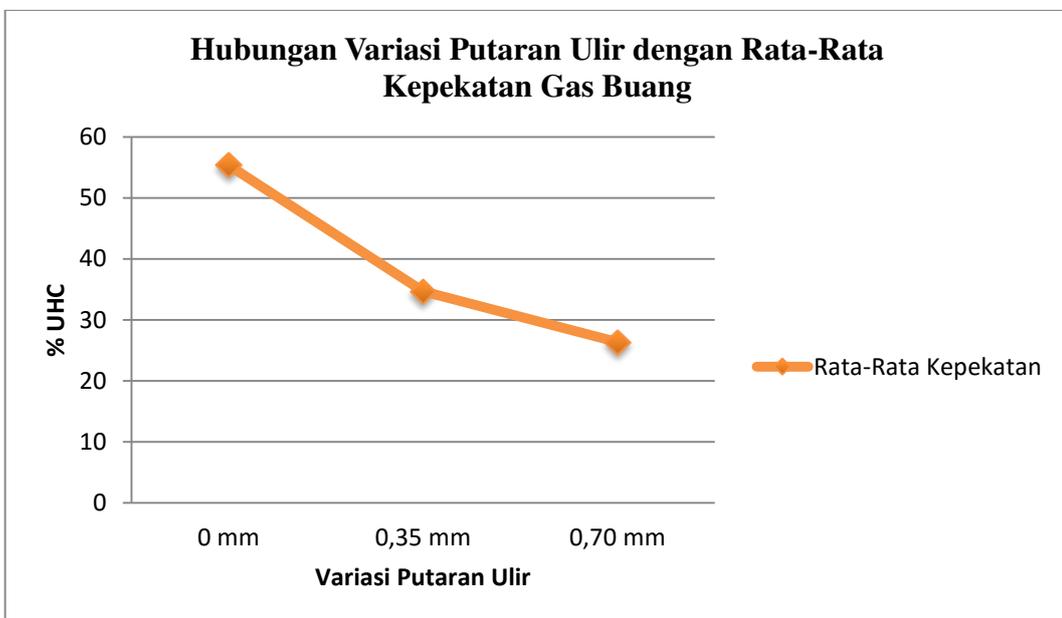
Gambar 7 Pengaruh Variasi Putaran Ulir terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif



Gambar 8 Hubungan Rata-Rata Kepekatan terhadap Variasi Putaran Mesin

Berdasarkan Gambar 8 yang merupakan rata-rata dari keseluruhan kepekatan gas buang terhadap variabel putaran didapatkan penemuan bahwa putaran mesin yang memiliki persentase kepekatan terbesar terhadap

Kepekatan gas buang yaitu pada putaran 2500 rpm, pada putaran itu merupakan puncak kepekatan atau opasitas sebesar 58,46667 %.



Gambar 9 Pengaruh Rata-Rata Kepekatan Gas Buang terhadap Variasi Putaran Ulir Nosel

Berdasarkan Gambar 9 yang merupakan rata-rata dari keseluruhan kepekatan gas buang terhadap variabel putaran ulir didapatkan penemuan bahwa putaran ulir nosel yang efektif terhadap kepekatan gas buang yaitu pada variasi putaran ulir 0,70 mm, pada variasi putaran ulir itu merupakan persentase kepekatan gas buang terkecil dengan 26,345%.

PENUTUP

Kesimpulan

Pengaruh variasi putaran ulir nosel dan variasi putaran mesin terhadap daya efektif yaitu untuk daya tertinggi berada pada putaran 2500 rpm dengan variasi putaran ulir 0 mm, untuk daya terendah berada pada putaran 1000 rpm dengan variasi 0 mm, namun jika dilihat secara rata rata keseluruhan data pada gambar 4 putaran mesin yang efektif berada pada putaran mesin 2500 rpm sedangkan pada gambar 8 putaran ulir yang efektif berada pada putaran ulir 0,35 mm.

Pengaruh variasi putaran ulir nosel dan variasi putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar spesifik efektif yaitu untuk konsumsi bahan bakar spesifik tertinggi pada putaran 2500 rpm dengan putaran ulir 0,35 mm. Untuk konsumsi bahan bakar spesifik terendah berada pada putaran 1000 rpm dengan putaran ulir 0,70 mm. Namun jika dilihat berdasarkan rata-rata keseluruhan data pada gambar 5 putaran mesin yang efektif terhadap konsumsi bahan bakar spesifik efektif berada pada putaran mesin 1000 rpm. Sedangkan pada gambar 7 putaran ulir yang paling efektif terhadap

konsumsi bahan bakar spesifik efektif berada 0,70 mm.

Berdasarkan gambar 3 pengaruh variasi putaran ulir nosel dan variasi putaran mesin terhadap kepekatan gas buang yaitu persentase kepekatan tertinggi pada putaran mesin 2500 rpm dengan putaran ulir 0 mm. Untuk kepekatan gas buang persentase kepekatan terendah berada pada putaran 1000 rpm dengan ulir 0,70 mm. Namun jika dilihat berdasarkan rata-rata keseluruhan data pada 11 putaran mesin yang yang efektif terhadap persentase kepekatan gas buangnya 1000 rpm. Sedangkan pada gambar 9 putaran ulir yang paling efektif terhadap persentase kepekatan gas buang berada pada 0,70 mm.

Saran

Selama melakukan penelitian ini, banyak hal yang mendorong peneliti untuk memberikan beberapa masukan demi keberlanjutan penelitian khususnya terkait penelitian mengenai memvariasi tekanan injektor diantaranya, pengadaan peralatan untuk pengujian pada bidang otomotif yang selama ini belum terorganisir, seperti alat uji pengukur daya motor *dynotest*, *flowmeter*, dan *smoke tester*.

Apabila ingin mengambil penelitian murni (khususnya dalam bidang otomotif) disarankan untuk mengembangkan penelitian lanjutan dengan variasi putaran mesin dan langkah putaran ulir yang lebih besar dari yang peneliti sekarang lakukan guna mendapat data yang lebih terlihat jelas perbedaannya baik daya, konsumsi bahan bakar maupun kepekatannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Arikunto, S. Cet VI. 2006. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arismunandar, W. Koichi T. 1986. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Bandung: Pradanya Paramitha.
- Boentarto. 2000. *Mengatasi Kerusakan Mesin Diesel*. Jakarta: Puspa Swara.
- Isuzu Servis Training: PT. Pantja Motor Service Department Isuzu Training Center.
- Januar. F. 2009. *Pengaruh Variasi Campuran Minyak Jarak pada Solar dengan Variasi Putaran Mesin terhadap Daya Efektif dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif Mesin Diesel*. Skripsi, Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang. Pembimbing : (1) Sukarni, S.T., M.T., (2) Sumarli, Drs., M.Pd., M.T.
- Karyanto, E. 1996. *Teknik Perbaikan, Penyetelan, Pemeliharaan Trouble Shooting Motor Diesel*. Jakarta: Pedomani Ilmu Jaya.
- Kosim, N. 2009. *Pengaruh Persentase Kandungan Minyak Jarak Pada Solar Terhadap Emisi Gas Buang dan Kebisingan Mesin Diesel*. Skripsi, Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang. Pembimbing: (1) Sukarni, S.T., M.T., (2) Widiyanti. Dra., M.Pd.
- Maleev, V. L. 1991. *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*. Erlangga: Jakarta.
- Petrovsky, N. 1979. *Marine Internal Combustion Engine*. Moskow: Mir Publisher.
- Purwanto, F. 2014. *Analisa Pengaruh Tekanan Pembukaan Injektor (Nosel) Terhadap Kinerja Mesin Pada Motor Diesel Injeksi Tidak Langsung/ Indirect Injection*. Jurnal. diakses pada 3 Februari 2015.
- Software Scanner Auto Data tipe 3.38
- Trommelmans. J, Soejono. 1996. *Prinsip-Prinsip Mesin Diesel Untuk Otomotif*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Winarsunu, T. 2002. *Statistik dalam Penelitian Psikologi dan Pendidikan*. Malang: UMM Press.
- Yulius, O. 2010. *Kompas I.T. Kreatif SPSS 18*. Panser Pustaka: Yogyakarta.
- Zainal, R.A. 2011. *Sistem Bahan Bakar Diesel*. Yogyakarta: Graha Ilmu