

VALIDASI UJI TEKAN INJEKTOR MENGGUNAKAN METODE VARIASI KETEBALAN SHIM UNTUK MENGHASILKAN SEMPROTAN OPTIMUM

Erman¹, Feny Setiawan², dan A. Sulasin³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Lampung

*Email : erman@polinela.ac.id

ABSTRAK

Injektor pada motor diesel berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar ke dalam selinder pada akhir langkah kompresi saat piston berada pada 14° sebelum TMA, pada langkah ini injektor menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut sempurna secara kontinyu dan teratur sesuai mekanisme katup. Injektor di dalam mekanismenya di bantu oleh komponen – komponen penunjang agar memaksimalkan kinerja dari injektor di dalam mengabutkan bahan bakar. Diantaranya adalah pegas dan shim (pelat penyetel). Permasalahan yang diungkapkan dalam penelitian ini yang pertama adalah Proses pembelajaran dalam hal ini peraktikum uji tekanan penyemprotan nozzle mahasiswa membutuhkan hasil yang valid dan akurat, komunikasi yang baik dan dapat menarik perhatian dari mahasiswa. Tujuan penelitian ini adalah dapat membuat shim dengan dimensi yang bervariasi untuk mendapatkan tekanan yang maksimal, dan meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam hal bongkar pasang injector dan penggunaan Injektor tester. Tujuan khusus untuk mengetahui pengaruh pemakaian ketebalan shim penyetel terhadap penyemprotan solar pada sebuah injektor/nozzle yang berpengaruh terhadap proses pembakaran motor. Dengan penyemprotan yang baik akan menghasilkan pembakaran yang ideal sehingga kerja engine maksimal. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif eksperimen pengujian langsung pada sample melalui satu jenis injektor dan satu unit alat pengetes injektor serta dengan menggunakan berbagai macam ketebalan shim penyetel, analisis data dilakukan dengan menggunakan Microsoft Office Excel berupa tabel dan tampilan grafik. Hasil kajiann dapat disimpulkan pengujian dari ketebalan shim 0,80mm sampai ketebalan 2,60 mm tekanan penyemprotan mengalami kenaikan. Selisih ketebalan shim 0,20mm didapatkan rata-rata selisih tekanan 20,55kg/cm². Tekanan pembukaan yang memenuhi standart untuk nozel tipe NM 110 model satu lubang 144,46 Kg/cm², ketebalam shim yang dipilih 1,2mm Semakin tebal shim penyetel yang diberikan maka tekanan pembukaan nozel dan tekanan penyemprotan juga semakin besar.

Kata Kunci : injektor, nozel, shim

VALIDATION OF INJECTOR PRESS TEST USING SHIM THICKNESS VARIATION METHOD TO PRODUCE OPTIMUM SPRAY

ABSTRACT

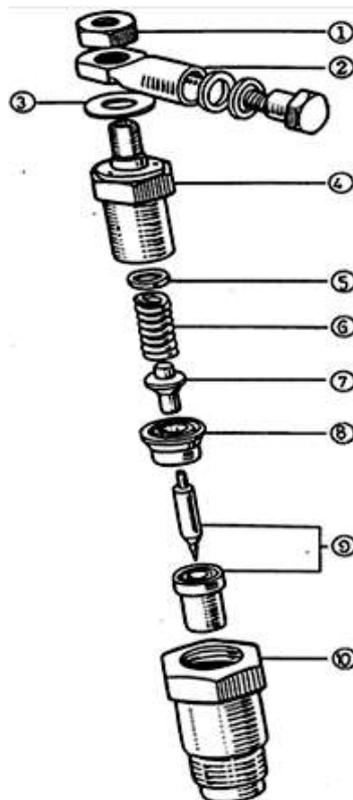
The injector in the diesel motor serves to channel fuel into the cylinder at the end of the compression stroke when the piston is at 14 ° before TDC, in this step the injector sprays fuel in the form of a perfect mist continuously and regularly according to the valve mechanism. The injector in its mechanism is assisted by the supporting components in order to maximize the performance of the injector in fueling the fuel. Among them are springs and shims (adjustment plates). The first problem that is expressed in this study is the learning process, in this case the students' nozzle spray pressure test requires valid and accurate results, good communication and can attract the attention of students. The purpose of this research is to be able to make shims with various dimensions to get maximum pressure, and to improve students' skills in loading and unloading injectors and the use of tester injectors. The specific objective was to determine the effect of using the adjusting shim thickness on diesel spraying at an injector / nozzle which affects the combustion process of the motor. With good spraying it will produce ideal combustion so that the engine works optimally. The research method used is descriptive analysis of direct testing experiments on the sample through one type of injector and one unit of the injector tester and by using a variety of adjusting shim thickness, data analysis was performed using Microsoft Office Excel in the form of tables and graphical displays. The results of the study can be concluded that testing from 0.80 mm shim thickness to 2.60 mm thickness spraying

pressure has increased. The difference in shim thickness 0.20 mm, the average pressure difference is 20.55kg / cm². given then the nozzle opening pressure and spraying pressure are also greater.

Keywords : injector, nozzle, shim

PENDAHULUAN

Salah satu komponen utama dalam sistem bahan bakar diesel di antaranya adalah Injektor atau pengabut atau Nozle. Injektor berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel dari pompa injektor ke dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi dimana torak (piston) mendekati posisi TMA. Injektor yang dirancang sedemikian rupa merubah tekanan bahan bakar dari pompa injektor yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan antara 120 sampai 150 kg/cm², tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran didalam silinder meningkat menjadi 600°C. Tekanan udara dalam bentuk kabut melauai Injektor ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja sehingga setelah sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu dimana kondisi pengabutan yang sempurna maka injektor yang dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran injektor ini sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut akan dialirkan kembali kebagian lain atau ke tangki bahan bakar. Injektor pada motor diesel berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar ke dalam selinder pada akhir langkah kompresi saat piston berada pada 14° sebelum Titik Mati Atas (TMA), pada langkah ini Injektor menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut sempurna secara kontyniu dan teratur sesuai mekhanisme katup. Injektor di dalam mekhanismenya di bantu oleh komponen – komponen penunjang agar memaksimalkan kinerja dari injektor di dalam mengabutkan bahan bakar. Diantaranya adalah pegas dan shim (pelat penyetel), gambar dibawah merupakan komponen Injektor.



Gambar: 1. Komponen – komponen Injektor/nozzle

Keterangan :

1. Mur pengunci
2. Saluran balik
3. Washer
4. Rumah nozel
5. Shim / Plat penyetel
6. Pegas
7. Pasak penekan
8. Plat antar
9. Nozel dan Rumah
10. Mur Penahan nozel

Sejalan dengan itu kini banyak sarana transportasi, dan peralatan pertanian menggunakan motor diesel yang berbahan bakar solar dengan alasan daya motor lebih besar, harga bahan bakar tidak terlalu mahal serta polusi gas buang yang ditimbulkan juga rendah sehingga dapat membantu program pemerintah baik itu dalam penghematan bahan bakar maupun usaha pendukung program Langit Biru dalam bidang lingkungan hidup (anonymous, 1996)

Mengingat akan pentingnya pemakaian bahan bakar dalam menunjang prestasi kerja motor yang berdampak langsung terhadap prestasi kerja motor dan emisi gas buang, maka penelitian yang berkaitan dengan sistem bahan bakar motor diesel khususnya berkaitan dengan injektor/nosel, memegang peranan penting bagi sempurnanya pembakaran bahan bakar dan udara dalam silinder motor, melalui beberapa variasi ketebalan shim penyetel pada injektor/nosel, akan diperoleh ketebalan yang cocok bagi suatu injector/nosel sehingga memberikan

tekanan penyemprotan yang tepat serta bentuk pengabutan bahan bakar yang sempurna, karena dengan adanya tekanan pembukaan dan pengabutan yang tepat / sempurna akan dapat menghasilkan pembakaran yang optimal didalam silinder motor, yang secara otomatis dengan adanya pembakaran yang sempurna akan dapat meningkatkan prestasi kerja motor

METODE KEGIATAN

Analisis Data

analisis data dilakukan dengan menggunakan Microsoft Office Excel berupa tabel dan analisis statistik

Data dianalisis menggunakan metode kuantitatif, kegiatan analisis di lakukan menggunakan skala Rasio. Contoh variabel yang sesuai untuk diukur dengan skala rasio adalah: jarak, prosentase, berat, dll (Durri Andriani. Dkk, 2010).

Prosedur Perancangan dan Pembuatan Alat Shim

Prosedur Perancangan Alat

Secara umum ada beberapa langkah yang harus dilakukan dalam perancangan alat :

Study Literatur

Dalam study literatur dilakukan pencarian informasi mengenai segala sesuatu yang berhubungan dengan penelitian ini, diantaranya adalah:

- a. Melalui sumber buku pustaka.
- b. Referensi lainnya yang dianggap valid, misalnya Internet.

Penentuan spesifikasi rancangan alat

Secara umum spesifikasi rancangan alat akan disesuaikan dengan shim standard untuk diameternya sedangkan ketebalannya dibuat bervariasi.

Prosedur Pembuatan Alat

1. Karakteristik dan spesifikasi bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan Shim yaitu tembaga dalam bentuk Bulat As, dikarenakan mudah didapat dan pengerjaannya lebih mudah, serta tahan terhadap tekanan dan tidak korosi.

2. Proses pembuatan Alat

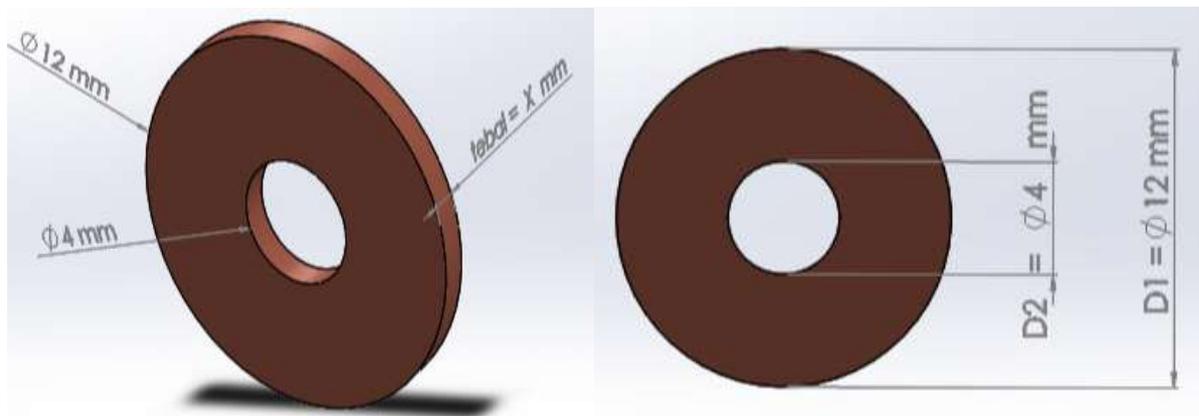
Proses pembuatan shim yang dilakukan antara lain :

a. Desain Shim (perapat)

Perancangan Shim ini di sesuaikan dengan shim standar nozzle untuk diameter luar 12 mm, diameter dalam 4mm, sedangkan tebalnya dibuat bervariasi sebanyak 10 ketebalan.

Tabel 1. Rancangan dimensi ketebalan Shim

Shim	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tebal = X (mm)	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,6



a).tampak isometric

b) tampak depan

Gambar 6. Shim ; a) shim tampak isometric, b) shim tampak depan

b. Langkah – langkah Pembuatan Shim :

- 1) As tembaga dipersiapkan dengan panjang 200mm dengan diameter 16mm
- 2) As tembaga di cekam pada chuck mesin bubut, posisi center
- 3) Pasang pahat bubut
- 4) Pengurangan diameter as 16mm menjadi 12mm sesuai diameter shim
- 5) Pengobaran pada garis tengah as dengan diameter 4mm
- 6) Ganti pahat bubut dengan pahat potong
- 7) Pembuatan shim dengan memotong as tembaga sesuai ketebalan shim ;1mm, 1,2mm, 1,4mm, 1,6mm, 1,8mm, 2,0mm, 2,2mm, 2,4mm, 2,5mm, 2,6mm,

Pengujian

Alat uji Injektor/nozle tester

Pada manometer menampilkan dua satuan yaitu warna merah satuan bar, sedangkan warna hitam menggunakan satuan Kg/cm²



Gambar. 7 Nozle Tester untuk menguji tekanan pengabutan Injektor/nozlle

Langkah- langkah menggunakan nozlle tester :

1. Persiapkan alat uji
2. Tuang kan bahan bakar solar
3. Buka kran bahan bakar solar
4. Pasang injektor/nozlle pada pipa penyambung/link
5. Tekan tuas
6. Perhatikan/catat hasil pengjian pada monitor manometer

Prosedur Pengujian alat

1. Bersihkan semua komponen dengan sikat dan kuas, lakukan pengetesan luncur katup jarum terhadap body dengan memasukkan katup jarum pada body nozle, katup jarum akan meluncur secara perlahan tanpa ada tekanan.
2. Rakit kembali komponen-komponen yang telah dibongkar, dan pasang shim penyatel secara bertahap utnuk melihat data tekanan pembukaan penyemprotan injektor, arah dan bentuk penyemprotan serta kebocoran.
3. Mencatat data setiap pergantian shim penyatel.

Pengujian menggunakan shim standard Injektor/nozle

Pengukuran ini memiliki tujuan untuk mengetahui besar tekanan penyemperotan yang standar sesuai dengan yang direkomendasikan oleh engine yaitu 120-150kg/cm². Apabila data yang didapatkan tidak memenuhi standar, maka lakukan proses pengukuran dengan mengganti ketebalan shim dengan ketebalan bervariasi, untuk mendapatkan tekanan penyemperotan yang maksimal

Pengujian menggunakan variable ketebalan shim

Pengujian ini bertujuan untuk mencari ketebalan shim yang cocok untuk mengembalikan tekanan penyemprotan yang ideal dengan kebutuhan engine.

Langkahnya sebagai berikut:

- a. Bongkar pasang nozlle ganti shim dengan ketebalan bervariasi

- b. Lakukan pengujian pada nozzle tester.
- c. Agar hasil Pengujian tekanan penyemprotan valid ulangi sampai 3 kali
- d. Mengambil data dari monitor manometer tekanan Injektor/nozle tester.
- e. Kemudian langkah yang sama di lakukan kembali dengan mengganti ketebalan shim bervariasi yang sudah di persiapkan.

Proses pengujian dilaksanakan seperti apa yang telah dilakukan pada langkah pengujian. Data pembukaan penyemprotan injektor dilaksanakan dalam 10 kali percobaan dengan melakukan pula 10 kali bongkar pasang injektor, untuk mendapatkan data-data hasil tekanan pembukaan penyemprotan dari pergantian shim penyetel. Setelah didapat data tekanan, kebocoran, arah dan bentuk penyemprotan, maka bongkar injector. Untuk mengganti shim secara bertahap dengan urutan sebagai berikut :

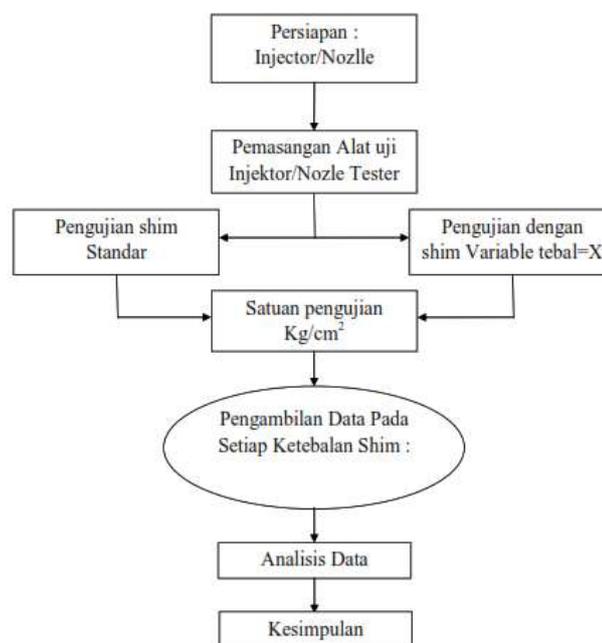
- a. Bongkar Injektor
- b. Cuci/bersihkan menggunakan solar, lap majun
- c. Lakukan penggantian shim
- d. Rakit kembali
- e. Pasang pada alat uji

Prosedur Pengambilan Data

Data di ambil dari nominal angka yang tertera pada monitor manometer tekanan Nozle Tester, dengan cara mencatat secara langsung tiap variabel ketebalan shim yang di ukur, dengan satuan Kg/cm^2 .

Analisa Data

Data yang diperoleh akan di analisa secara Deskriptif dengan melihat melalui tampilan grafik-grafik dan table untuk mengetahui seberapa berarti pengaruh variasi–variasi yang di lakukan dalam penelitian ini terhadap ketebalan shim.



Gambar. 8 Skema pengujian Tekanan penyemprotan Injektor/Nozle

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Alat

Secara umum pada bagian ini akan dibahas teknik pembuatan alat:

1. Langkah pencekaman dan penyetingan benda kerja pada mesin bubut

As tembaga dipersiapkan dengan panjang 20 cm, diameter 16 mm kemudian as tembaga dicekam pada chuck mesin bubut dan disetting guna mencari titik tengah benda kerja ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Penyetingan benda kerja.

2. Langkah pengurangan diameter / proses *facing*

Gambar 10 menunjukkan as tembaga diameter 16 mm setelah di setting pada chuck mesin bubut diameternya disayat atau yang dikenal dengan proses *facing* menjadi diameter 12 mm, mengikuti shim standard nozzle.



Gambar 10. Proses penyayatan.

3. Langkah menentukan titik tengah

Gambar 11 dibawah adalah proses penentuan titik tengah dimana as tembaga setelah didapatkan diameter 12 mm pada garis tengah benda kerja di titik menggunakan bor center (*center drill*) diameter 4mm. Langkah ini dilakukan agar diameter lubang tepat pada posisi ditengah benda kerja.



Gambar 11. Proses *center drill*.

4. Langkah pengeboran

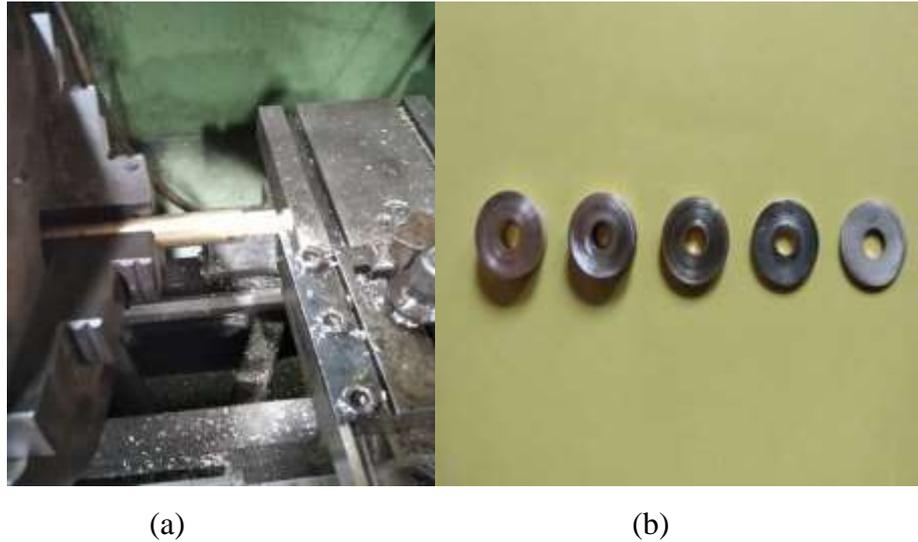
Setelah garis tengah benda kerja di titik menggunakan bor center (*center drill*) diameter 4mm terlihat pada gambar 12, baru benda kerja dilubangi menggunakan mata bor diameter 4mm.



Gambar 12. Proses pengeboran.

5. Langkah pembuatan shim

Langkah terakhir adalah proses pembuatan shim, ditunjukkan pada gambar 13a. Setelah beberapa proses dilalui mulai pengurangan diameter as tembaga 16 mm dikurangi menjadi 12 mm sesuai diameter shim standard, kemudian dititik garis tengahnya dengan bor center 4mm. Proses selanjutnya yaitu melubangi dengan mata bor 4mm. Mendapatkan shim dengan cara dipotong menggunakan pahat potong pada mesin bubut sesuai ketebalan yang diminta yaitu ketebalan; 0,8 mm; 1 mm; 1,4 mm; 1,6 mm; 1,8 mm; 2,0 mm; 2,2 mm; 2,4 mm; 2,5 mm; 2,6 mm. Gambar 13b adalah contoh hasil beberapa shim yang dibuat sesuai dengan parameter uji.



Gambar 13. (a) Proses pemotongan, (b) hasil potongan shim beberapa variable

Pengujian Alat

Proses pengujian ketebalan shim standar

Proses pertama kali sebelum melakukan pengujian pada beberapa shim dengan ketebalan tertentu yaitu melakukan pengujian terhadap ketebalan shim standard atau pabrikan yang ditunjukkan pada gambar 14. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tekanan standard yang dihasilkan dengan memakai ketebalan shim standard (1,2 mm).



Gambar 14. Pengujian shim standard

Hasil pengujian ketebalan shim standar

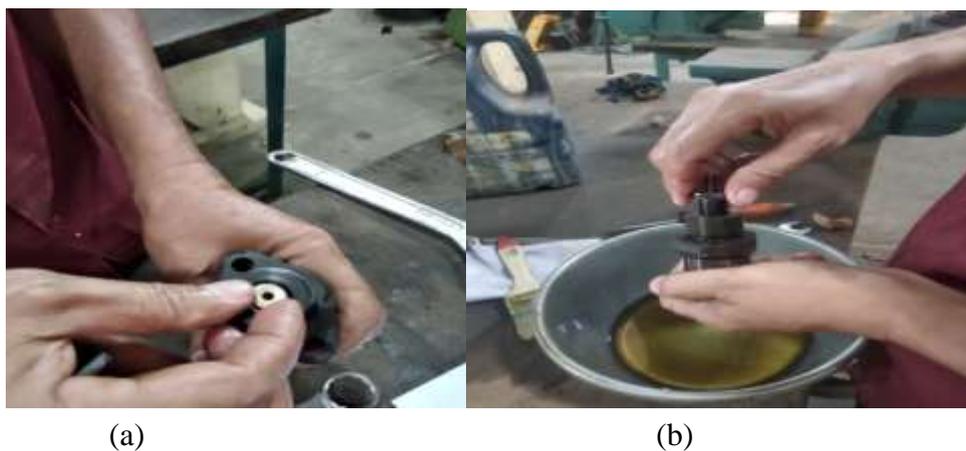
Tabel 2. Data tekanan pada ketebalan shim standard

No.	Ketebalan Shim (mm)	Tekanan Penyemprotan (kg/cm ²)			Rata-rata
		1	2	3	
1	1,2	142,76	142,76	147,86	144,46

Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa shim standard pada ketebalan 1,2 mm memiliki rata-rata tekanan penyemprotan senilai 144,46 kg/cm². Nilai ini sesuai dengan standard yang ada pada literatur yaitu 120 – 150 kg/cm². Nilai tekanan ini didapatkan berdasarkan bahan uji yang standard pabrik (*original*).

Pengujian menggunakan Shim variable

Pengujian terhadap shim variable terlihat pada gambar 15a, dilakukan setelah mendapatkan nilai tekanan pada shim standard (1,2 mm). Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai tekanan yang dihasilkan pada masing-masing variable shim. Masing-masing ketebalan shim variable dilakukan pengujian sebanyak tiga kali untuk mendapatkan nilai tekanan yang akurat. Setelah didapatkan nilai tersebut, dilakukan pembongkaran-pemasangan dan pencucian yang terlihat pada gambar 15b. Pada kegiatan ini dipasangkan shim variable lain, setelah sebelumnya dibongkar terlebih dahulu. Proses ini untuk mengetahui nilai tekanannya. Tidak lupa sebelum memasukkan shim variable lain, diperlukan pencucian agar fungsi pengkabutan berjalan normal tidak terhambat kotoran.



Gambar15. (a) Pengujian shim variable, (b) proses bongkar/pasang dan pencucian

Hasil pengujian ketebalan shim variable

Tabel 3. Data tekanan pada ketebalan shim variable

No.	Ketebalan Shim (mm)	Tekanan Penyemprotan (kg/cm ²)			Rata-rata
		1	2	3	
1	0,8	101,97	101,97	96,87	100,27
2	1	122,36	122,36	122,36	122,36
3	1,4	163,35	163,35	163,35	163,35
4	1,6	180,55	180,75	188,65	183,31
5	1,8	205,14	205,04	205,04	205,07

6	2,0	224,34	224,34	224,34	224,34
7	2,2	245,63	245,63	245,63	245,63
8	2,4	260,73	265,83	265,83	264,13
9	2,6	285,13	285,23	285,32	285,22

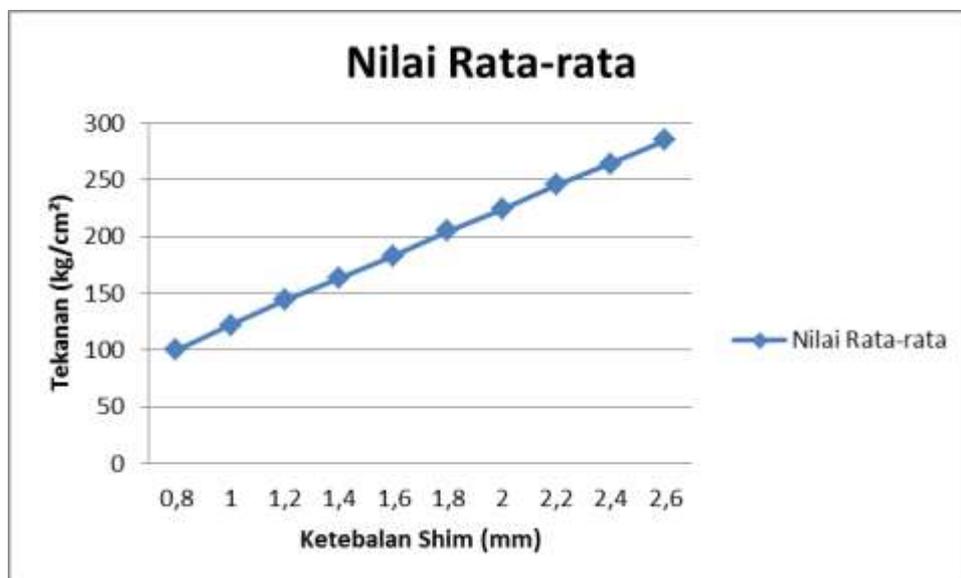
Tabel 3 diatas menunjukkan nilai rata-rata tekanan tiap ketebalan shim berbeda. Selisih rata-rata tekanan antara ketebalan 1 mm terhadap 0.8 mm yaitu 22,09 kg/cm². Selisih rata-rata tekanan antara ketebalan 1,2 mm terhadap 1 mm yaitu 22,01 kg/cm². Begitupun selanjutnya selisih rata-rata ketebalan shim berturut – turut antara 1,4 mm terhadap 1,2 mm; 1,6 mm terhadap 1,4 mm; 1,8 mm terhadap 1,6 mm; 2,0 mm terhadap 1,8 mm; 2,2 mm terhadap 2,0 mm; 2,4 mm terhadap 2,2 mm; 2,6 mm terhadap 2,4 mm yaitu adalah 18,89 kg/cm²; 19,96 kg/cm²; 21,75 kg/cm²; 19,26 kg/cm²; 21,29 kg/cm²; 18,5 kg/cm² dan 21,09 kg/cm². Dari banyaknya selisih rata-rata ketebalan shim tersebut dapat di ambil rata-rata menggunakan rumus:

$$\frac{\text{Selisih tekanan antar ketebalan shim } \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}{\text{banyaknya selisih}}$$

$$\frac{22,09 + 22,01 + 18,89 + 19,96 + 21,75 + 19,26 + 21,29 + 18,5 + 21,09}{9}$$

$$\frac{184,95}{9} = 20,55 \text{ kg/cm}^2$$

Sehingga didapatkan nilai rata-rata tekanan keseluruhan dari ketebalan 0,8 hingga 2,6 mm yaitu sebesar 20,55 kg/cm².



Gambar 16. Grafik perbandingan antara ketebalan shim dan tekanan.

Data grafik yang ditunjukkan pada gambar 16, didapatkan dari nilai rata-rata tekanan pengujian penyemprotan masing-masing ketebalan shim. Terlihat pada grafik menunjukkan bahwa perbandingan antara ketebalan shim terhadap nilai rata-rata tekanan berbanding

lurus, Bahwa semakin tebal shim yang digunakan akan didapatkan tekanan yang semakin tinggi pula.

Hubungan antara ketebalan shim (mm) dengan tekanan penyemprotan

Dari analisa hasil grafik 16 pengujian tabel 2, dan 3. dapat diketahui hubungan ketebalan shim (mm) dengan tekanan penyemprotan (kg/cm^2) pada nozel, bahwa dengan variasi ketebalan shim penyetel dari ketebalan 0,8 mm sampai ketebalan 2,60 mm, tekanan penyemprotan mengalami kenaikan. Kenaikan tekanan penyemprotan ini dikarenakan pemasangan shim penyetel pada pegas nozel, shim yang tebal mengakibatkan pegas lebih tertekan, Semakin tebal shim tekanan penyemprotan juga semakin besar. Karena tekanan penyemprotan merupakan selisih antara tekanan pegas nozel. Bila tekanan pompa bahan bakar atau bukaan yang diberikan terlalu kecil maka tekanan penyemprotan tidak akan terjadi, karena gaya dari bahan bakar yang diterima oleh pegas lebih kecil dari tekanan pegas nozel sehingga bahan bakar yang masuk kedalam nozel tidak mampu mengangkat jarum nozel ke atas sehingga bahan bakar tidak bisa memancar keluar dari lubang nozel.

Menurut hasil pengujian shim standart dan shim variable tabel 2,dan3 dan gambar grafik 14, dengan penambahan dan pengurangan ketebalan shim 0,2mm rata-rata terdapat selisih tekanan $20,55 \text{ kg/cm}^2$, Shim penyetel yang cocok dipasang pada nosel milik engine Mitsubishi type NM110 yang diuji ini adalah 1,2 mm merupakan shim standart, tekanan penyemprotan sebesar $144,46(\text{kg/cm}^2)$. Sesuai menurut buku literatur. Penyemprotan pada nosel type NM110 diusahakan terjadi pada tekanan pembukaan yang tidak lebih rendah dari 120 kg/cm^2 dengan ketebalan shim 1,2 mm, apabila terjadi penurunan yang diakibatkan oleh intensitas pemakaian sehingga terjadi penyusutan pada kedua jarum yang mengakibatkan perpanjangan pegas dan tekanan penyemprotan mengalami penurunan maka diperlukan penambahan shim tidak melebihi kebutuhan standart penyemprotan yang direkomendasikan oleh spesifikasi engine.

KESIMPULAN

Dari analisis hasil perhitungan, grafik dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa Tekanan pembukaan yang memenuhi standart untuk nozel tipe NM 110 model satu lubang $144,46 \text{ Kg/cm}^2$, ketebalam shim yang dipilih 1,2mm. Dengan penambahan dan pengurangan ketebalan shim 0,2mm rata-rata terdapat selisih tekanan $20,55\text{kg/cm}^2$. Semakin tebal shim penyetel yang diberikan maka tekanan pembukaan nozel dan tekanan penyemprotan juga semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar Wiranto, 1994, Penggerak Mula, Motor Bakar, ITB Bandung

Daryanto. 2007. *Motor Diesel pada Mobil*. Bandung: Yrama Widya.

DENSO. 2008. *Service Manual In Line Pumps*. Jakarta: Denso Sales Indonesia. Harsono, B., Soesanto dan Samsudi. 2009. Perbedaan Hasil Belajar Antara

Metode Ceramah Konvensional dengan Ceramah Berbantuan Media Animasi pada Pembelajaran Kompetensi Perakitan dan Pemasangan Sstem Rem. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. Vol. 9. No. 2: 75-83

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 015 th 1996. tentang Program Langit Biru

Luh Sami Asih, I Wayan Muderawati, dkk. 2013. Analisis Standar Laboratorium Kimia dan Efektifitasnya terhadap capaian kompetensi Adaptip di SMK. Negeri 2 Negara. E Jurnal Program pasca sarjana Universitas pendidikan Ganesha, Program study IPA. Vol. 3. 2013

NIPPONDENSO. tt. *Pneumatic Governor for Fuel Injection Pmps*. Jakarta: Toyota Astra Motor.

Petter A Weller. 1989. *Fachkunde Fahrzeugtechnik*, Holland+Johenshands Germany. p 107 – 173

Rolf Gscheidle. 1992. *Fachkunde Fahrzeugtechnik*, Verlag Europa Lehrmittel Nourney,Vollmer GmbH&Co Germany. p.289-295. Spuller Jurg, Ismanto, Scheider. 2000. *Motor Diesel VEDC Malang*.

Ulrich, Bsa.2000. *Sistem Bahan Bakar Diesel*, VEDC Malang.