

**ANALISA PENAMBAHAN SPRING PRESSURE PLATE SEBAGAI USAHA
MEMPERPENDEK IGNITION DELAY TIME TERHADAP
PERFORMANCE DIESEL ENGINE**

Hadi Prasutiyon¹, Toto Soeharmono²

Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan

Universitas Hang Tuah, Surabaya 60111, Indonesia

hadi.prasutiyon@hangtuah.ac.id, toto.soeharmono@hangtuah.ac.id

Abstrak: Penambahan plat pada pegas injektor adalah untuk menambah tekanan kerja fluida bahan bakar untuk mengangkat jarum nozzle. Hal tersebut untuk mengetahui pada tekanan injeksi *nozzle* hingga di dapat performance yang baik, selanjutnya dilakukan pengujian langsung pada motor diesel. Pengujian dilakukan pada konstan speed variabel beban. Data hasil percobaan akan diolah untuk mendapatkan karakteristik motor diesel yang berupa: daya, sfoc dan effisiensi thermis. Penambahan plat pada sisi pegas injektor mempunyai akibat pada panjang pegas kondisi terpasang menjadi pendek. Pengujian menunjukkan bahwa hubungan tersebut adalah linear yaitu jumlah plat sebanding dengan tekanan kerja pegas injektor. Penambahan satu plat mengakibatkan penambahan 5 bar. Pengoperasian diesel engine percobaan dapat dikatakan lebih effiesien jika menggunakan tekanan injektor 120 bar. Hal tersebut telah dibuktikan pada sisi jumlah bahan bakar yang dibutuhkan dan daya yang dihasilkan.

Kata kunci: pegas injektor, *performance*, *diesel engine*

PENDAHULUAN

Umumnya, motor diesel yang telah dipakai pada waktu tertentu, kondisi dari beberapa komponen motor diesel sudah tidak optimal lagi. Hal ini juga terjadi pada fuel injection pump. Jika komponen yang mendukung ini tidak dalam kondisi terbaik, maka performance dari motor diesel akan menurun. Dari permasalahan ini ada gagasan untuk mengubah tekanan injeksi pada nosel agar kinerja engine meningkat.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai unjuk kerja dari motor diesel dengan merubah tekanan injeksi nosel guna mencari tekanan injeksi nosel berapa akan didapat perfomance dari motor diesel yang paling baik. Hal ini sangat penting sebab untuk mendapatkan performance yang paling baik tekanan injeksi nosel harus tepat sehingga spray bahan bakar yang dihasilkan benar- benar bagus, ini akan mengakibatkan effiesiensi bahan bakar menjadi maksimal, pembakaran yang sempurna dan menurunkan emisi (Schulz,1983).

Diharapkan dengan dilakukan penelitian ini akan didapat performance yang optimum dan tidak perlu mengganti komponen – komponen yang dianggap tidak mendukung, sehingga akan mengurangi biaya operasional kapal.

Bahan Bakar dan Proses Pembakaran

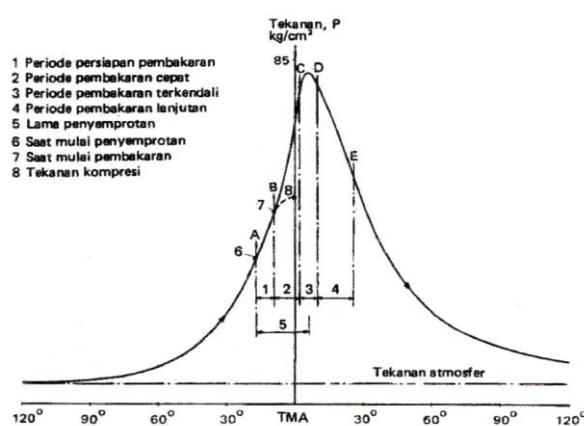
Untuk memenuhi kebutuhan dari variasi design dan ukuran engine, serta untuk mengakomodasi frekwensi kecepatan dan perubahan beban, maka beberapa lembaga intemasional memberikan batasan-batasan kandungan dalam bahan bakar. Pilihan bahan bakar yang tepat, akan menyebabkan start lebih mudah dan akan mengurangi kerugian-kerugian dalam diesel engine.

Karakteristik bahan bakar yang digunakan sangat mempengaruhi proses pembakaran. Banyak karakteristik bahan bakar yang mempengaruhi terhadap proses pembakaran, yaitu cetane number, viscosity, specific gravity, cloud point, pour point, dan lain sebagainya.

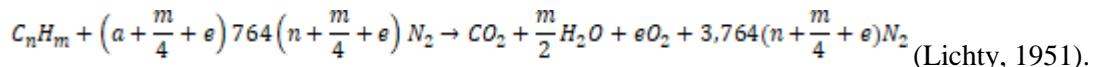
Cetane number dari bahan bakar motor diesel menandakan kualitas ignition/pembakaran. Dengan cetane number yang tinggi, maka ignition delay yang dihasilkan akan lebih pendek. Cetane number mempengaruhi kondisi operasional pada cold starting, pembakaran, pemanasan, kandungan ideal dan beberapa operasi ringan, kekasaran, akselerasi serta densitas asap buangan. High speed engine membutuhkan cetane number yang lebih tinggi guna mencegah kekasaran suara engine dan process knocking engine, tapi dengan delay periode yang lebih pendek, akan mengakibatkan gas buang yang lebih gelap. Ini disebabkan bahan bakar secara seketika disemburkan ke ruang bakar pada saat titik nyalanya (Schulz, 1983). Sedangkan specific gravity dari bahan bakar diesel cair adalah ratio dari density fuel oil dengan density dari air. Besar kecil nilai specific gravity akan berpengaruh terhadap penetrasi semburan bahan bakar yang diinjeksikan kedalam ruang bakar. Bahan bakar dengan specific gravity yang tinggi, biasanya mempunyai nilai panas yang lebih baik dari pada minyak ringan biasa.

Sementara itu, karakteristik lain yang dimiliki bahan bakar dan sangat penting fungsinya adalah viscositas. Viscositas ini menunjukkan sifat menghambat terhadap aliran dan menunjukkan sifat pelumasannya pada permukaan benda aliran. Viscositas bahan bakar mempunyai pengaruh yang besar terhadap bentuk semprotan bahan bakar. Jika viscositas tidak sesuai dengan yang ditentukan, akan menurunkan effektifitas dari bahan bakar dan juga tingkat akselerasi dari komponen-komponen injection. Bisa juga dikatakan secara keseluruhan viskositas bahan bakar berpengaruh terhadap kecepatan rambat aliran bahan bakar. Bahan bakar dengan viscositas rendah akan mengakibatkan kebocoran pada pompa bahan bakar dan mempercepat keausan pada komponen pompa dan injektor bahan bakar, sebaliknya, dengan viscositas yang tinggi cenderung menghasilkan atomisasi yang kasar, sehingga mesin akan sulit dihidupkan, dan gas buang menjadi lebih berasap / smoke condition (Tobolt, 1973).

Proses pembakaran ideal pada motor diesel terjadi dalam dua bagian yaitu terjadi secara fisik dan kimia. Secara fisik, bahan bakar mengalami perubahan dari bentuk cair menjadi uap. Uap bahan bakar tersebut akan mengalami proses kimia setelah berinteraksi dengan oksigen. Proses perubahan kimia dari energi fosil menjadi energi mekanik tidak terjadi sekaligus tetapi berlangsung antara 30 - 40 derajat sudut engkol, seperti dilukiskan pada Gambar.1. beberapa derajat sebelum torak mencapai TMA bahan bakar mulai disemprotkan. Bahan bakar segera menguap dan bercampur dengan udara yang sudah bertemperatur tinggi. Periode persiapan-1 (Gambar.1) tergantung pada beberapa faktor yaitu : tekanan dan tempertur udara pada saat bahan bakar disemprotkan, gerakan udara dan bahan bakar, jenis dan derajat pengabutan bahan bakar, ratio udara dan bahan bakar.

**Gambar 1.** Tekanan versus sudut engkol

Untuk menjamin terjadinya pembakaran sempurna, maka dibutuhkan kelebihan oksigen yang disebut dengan excess oxygen. Sedangkan reaksi bahan bakar sempurna dapat dirumuskan sebagai berikut:



Dimana e : merupakan denotasi dari mol excess oxigen.

Proses pembakaran diawali dengan atomisasi dengan cara penginjeksian bahan bakar. Setelah injeksi, yang terjadi pada bahan bakar adalah penguapan. Atomisasi yang baik akan memberikan proses evaporasi yang cepat. Salah satu efek dari penguapan adalah penurunan temperatur, yang tidak hanya terjadi pada bahan bakar tapi juga pada udara disetiap partikel bahan bakar. Ini hanya sesaat, ketika temperatur yang tinggi dari kompresi udara dengan cepat meningkatkan temperatur spray bahan bakar untuk mencapai titik self-ignition, maka pembakaran dimulai.

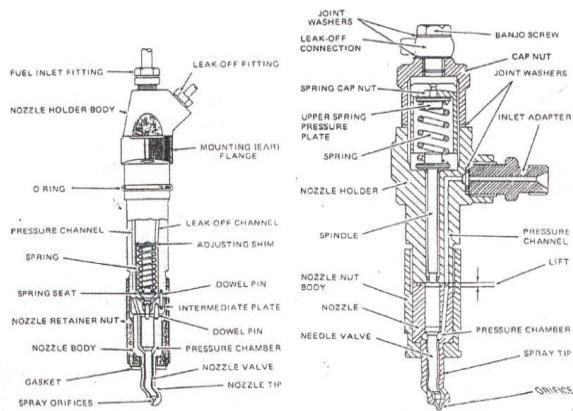
Partikel yang lebih kecil adalah yang pertama terbakar dan mereka terbakar dengan cepat. Sedangkan partikel yang lebih besar membutuhkan lebih banyak waktu untuk pembakaran karena lebih banyak panas yang harus diberikan untuk membawa mereka pada titik pembakaran. Waktu yang dibutuhkan bahan bakar ketika diinjeksikan dan untuk mencapai titik pembakaran disebut ignition delay. Durasi ignition delay ini tergantung dari karakteristik bahan bakar dan spray, tekanan injeksi bahan bakar, temperatur dan kompresi udara di ruang bakar serta keadaan gerakan turbulen dari bahan bakar. Bentuk dari ruang bakar juga ikut berpengaruh.

Injeksi Bahan Bakar

Peralatan yang digunakan untuk menekan bahan bakar ke dalam ruang bakar adalah bagian yang sangat penting dari motor diesel. Untuk memperoleh proses pembakaran yang baik, diperlukan sistem injeksi yang akurat. Penelitian yang luas telah dilakukan untuk mengembangkan dan menguji bagian-bagian yang termasuk dalam perlengkapan sistem. Penelitian tersebut tidak hanya berhubungan dengan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan tiap silinder dengan kecepatan engine saja, tapi juga untuk mengembangkan kebutuhan akan tekanan tinggi dari bahan bakar ke silinder pada putaran operasi tertentu. Waktu penginjeksian bahan bakar, tingkat atomisasi dan distribusi bahan bakar ke seluruh ruang bakar juga harus dikendalikan (Tobolt. 1973).

Pompa injeksi bahan bakar diperlukan untuk proses atomisasi. Bahan bakar dari pompa penekan bahan bakar dengan tekanan tinggi mengalir melalui saluran bahan bakar. Tekanan yang sangat tinggi tersebut menekan katup jarum hingga terangkat beberapa persepuluhan milimeter. Melalui lubang nozzle bahan bakar dikabutkan kedalam ruang bakar dalam silinder motor. Pada saat pompa bahan bakar berhenti menekan bahan bakar maka penyemprotan bahan bakar berakhir karena katup jarum menutup lubang nozzle.

Proses membuka dan menutup lobang nozzle yang dilakukan katup jarum ini diatur dengan kekuatan tekanan pegas. Untuk mendapatkan tekanan penyemprotan bahan bakar yang dikehendaki, dapat dilakukan dengan merubah-ubah sekrup pengatur atau jumlah ring yang terdapat dalam badan nozzle tergantung dari type nozzle yang dipakai. Gambar 2. menunjukkan type nozzle dengan pengaturan pressure internal dan eksternal. Saluran bahan bakar dan ruang dalam rumah nozzle (nozzle body) harus selalu terisi penuh dengan bahan bakar.

**Gambar 2.** Skematic view nozzle

Bahan bakar yang tidak ikut diinjeksikan akan dikembalikan melalui penghubung saluran balik untuk seterusnya kembali ke pompa penekan bahan bakar. Bila terjadi suatu kebocoran pada saluran-saluran bahan bakar dan udara dapat masuk ke dalam dan bercampur dengan bahan bakar, maka untuk mengeluarkannya, disediakan suatu tempat untuk mengeluarkan udara palsu tersebut yang biasanya dipasang pada injector nozzle maupun pada pompa penekan bahan bakar (Karyanto, 1986).

Waktu penginjeksian harus ditentukan dengan baik, karena akan berpengaruh terhadap unjuk kejayaan mesin. Apabila bahan bakar terlalu cepat diinjeksikan, kompresi tidak akan maksimal, temperatur akan rendah dan ignition akan lebih lama. Sebaliknya, apabila penginjeksian terlalu lambat, ekspansi pembakaran bahan bakar tidak akan sempurna. Oleh karena itu, injeksi harus dimulai seketika, berlangsung dalam waktu yang ditentukan dan berhenti dengan seketika pula (Obert, 1968). Selain itu, salah satu hal yang mempengaruhi kelambatan penyalaan bahan bakar adalah faktor hydrodinamis. Faktor ini berpengaruh terhadap kehalusan atomisasi serta tingkat pemanasan dan penguapan bahan bakar yang akan disemprotkan.

METODE PENELITIAN

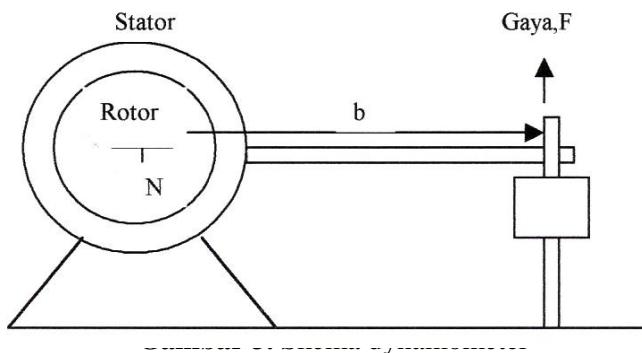
Pengujian Motor Diesel di Engine Testbad

Pengujian langsung pada motor diesel dilakukan untuk mengetahui injeksi nozzle dalam rangka mendapatkan performance yang baik. Pengujian dilakukan pada konstan speed variabel beban. Data hasil percobaan akan diolah untuk mendapatkan karakteristik motor diesel yang berupa: daya, sfoc, dan efisiensi thermal. Pada percobaan ini motor diesel yang digunakan adalah motor diesel 4 silinder, tipe horizontal In-line-2D4OT2, merk Energo Machexport dengan spesifikasi seperti tabel 1 dibawah :

Tabel 1. Spesifikasi Energo Machexport.

Merk	Energo Machexport
Type	2D4OT2
Daya Maksimum	24 HP
Putaran Maksimum	1500 rpm
Konstruksi	In line
Jumlah Langka	4 langkah
Diameter Silinder	85 mm
Panjang Langkah	109 mm

Motor diesel dikoppel dengan waterbrake dynamometer sebagai pembebannya. Waterbrake dynamometer ini terdiri dari rotor bersudut yang merupakan bentuk impeller turbin air dan stator yang mempunyai dua lengan. Fungsi kerjanya adalah apabila ada air yang masuk kedalam tromol maka akan ikut berputar dengan rotor karena ada gaya sentrifugal dan fluida yang terperangkap diantara impeller turbin dengan stator. Berat jenis dari mol fluida yang berputar sentrifugal menghasilkan gaya keliling sehingga menghasilkan pengereman air. Akibat gaya pengereman yang timbul sebanding dengan kapasitas fluida yang terperangkap pada keseimbangan stator dynamometer. Keseimbangan tersebut di transmisikan dalam bentuk gaya beban melalui lengan yang dihubungkan dengan timbangan pegas. Seperti pada gambar 3, dibawah.



Pembebanan dilakukan dengan pengaturan katup air pada waterbrake dynamometer dengan spesifikasi utama waterbrake seperti pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Spesifikasi utama waterbrake.

Merk	Hafman
Torsi maksimum	6240 Nm
Daya maksimum	900 kW
Putaran maksimum	500 rpm
Panjang Lengan	0,359 m

Bahan Bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah solar produk PT. Pertamina yang biasa disebut High Speed Diesel (HSD) dengan spesifikasi seperti tabel 3 berikut :

Tabel 3. Spesifikasi HSD.

SIFAT	NILAI
API Gravity at 60° F	34,6
Specific Gravity at 60° F	0,8521
Kinematic Viscosity at 100° F	4.27
Pour point, °F	50
Cloud point, °F	54
Sulfur content, % wt	0,50
Diesel Index	57
Calculated cetane index	52,5
Gross heating value, kcal/kg	10917

Prosedur Pengujian Pada Engine Test Bed

Pengujian ini meliputi 2 bagian yaitu :

A. Pengujian untuk mendapatkan tekanan injektor dengan penambahan plat spring injektor.

Langkah pengambilan data :

1. Sebelum diadakan pengujian perlu diperiksa keadaan awal (kondisi standart) dengan melepas nozzle dan mengukur tekanan injeksi nozzle.
2. Dengan mengukur tekanan injeksi nozzle akan didapat besar tekanan injeksi nozzle (pada kondisi awal) dan range yang dimiliki nozzle tersebut.
3. Setelah tekanan injeksi nozzle diukur didapat bahwa tekanan injeksi awal adalah sebesar 110 bar dan range tekanan yang dimiliki adalah 110 bar s/d 125 bar.
4. Menggunakan 4 varian tekanan injeksi maka diambil tekanan injeksi masing – masing sebesar 110 bar, 115 bar, 120 bar, dan 125 bar.
5. Pemeriksaan mesin antara lain pemeriksaan pelumas untuk memastikan jumlah pelumasan cukup, pemeriksaan sensor – sensor untuk memastikan semua sensor bekerja dengan baik dan menghubungkan motor stat pada sumber listrik.
6. Pemeriksaan saluran bahan bakar untuk memastikan tidak mengandung gelembung udara yang dapat mengganggu aliran bahan bakar.

B. Pengujian untuk mendapatkan performance diesel engine.

Langkah pengambilan data :

1. Running untuk mengetahui beban maksimal yang dapat dicapai pada kondisi awal (injeksi nozzle 110 bar), pada setiap variasi engine speed yang telah ditentukan sebelumnya yaitu 1200 rpm, 1250 rpm, 1300 rpm, dan 1350 rpm.
2. Sesudah beban maksimal didapat pada variasi engine speed maka dari beban maksimal masing – masing engine speed dikelompokkan prosenntasi beban tersebut sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%.
3. Menguji kembali diesel engine dengan variasi beban dan variasi engine speed seperti tersebut diatas.
4. Selama percobaan, dilakukan pencatatan pada gaya rem, pemakaian bahan bakar, suhu gas buang, dan suhu air pendingin.
5. Mengulangi kembali percobaan diatas dengan tekanan injeksi 110 bar, 115 bar, 120 bar, 125 bar, untuk setiap pembebanan yang sama pada masing – masing variasi engine speed.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Pegas Tekan Injektor

Penambahan plat pada bagian komponen injektor dimaksudkan untuk mendapatkan tekanan kerja injektor yang lebih tinggi. Dalam praktek di lapangan penambahan tersebut yaitu dengan membentuk suatu lingkaran potongan plat dengan ketebalan 0,1 mm, 0,2 mm, 0,3 mm sesuai dengan diameter pegas injektor. Penambahan plat itu lebih mudah dibanding dengan mengganti pegas yang akan bekerja sesuai dengan kebutuhan desain injektor. Hal tersebut dapat dibuktikan dalam proses perencanaan pegas dengan beban berulang berfrekwensi tinggi, seperti hitungan dan langkah-langkah dalam perencanaan pegas kompresi.

Dalam perencanaan pegas untuk beban berulang dengan frekwensi tinggi dan temperatur yang tinggi pula seperti pegas katup dan pegas dalam injektor perhitungannya sama dengan perencanaan pegas ulir. Pada perencanaan dimensi pegas perlu langkah coba – coba dengan ketentuan diameter spring sudah diatur dalam material handbook. Variabel – variabel dalam langkah perencanaan tersebut adalah besar lendutan, diameter rata – rata pegas, jarak antara kawat pegas, jumlah lilitan, tinggi pegas, tinggi mampat pegas. Bila harga variabel

menghasilkan perhitungan dimensi pegas terhadap kekuatan material yaitu kekuatan tegangan geser tidak memenuhi kekuatan yang diijinkan, maka diperlukan langkah perhitungan awal.

Fungsi pegas akan semakin menurun sebanding dengan umur operasional pegas. Bila ditinjau dari parameter dalam perencanaan pegas, fungsi pegas tersebut bisa menurun diakibatkan oleh tinggi bebas pegas yang menurun. Langkah yang bisa dilakukan adalah dengan memberi plat tambahan, sehingga tinggi mampat pegas tetap seperti semula.

Hal - hal yang perlu diketahui berhubungan dengan perencanaan pegas seperti besar lendutan yang diizinkan, besar energi yang akan diserap, kekerasan pegas akan dibuat tetap atau bertambah dengan membesarnya beban, besar ruangan yang dapat disediakan, dan corak beban: berat, sedang atau ringan dengan kejutan atau tidak, dan lain – lain, merupakan hal – hal yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan tersebut.

Bahan pegas dapat dipilih atas dasar faktor-faktor diatas, dengan menaksir suatu ukuran kasar, besarnya tegangan dan lendutan diperiksa. Jika ternyata kekuatanya kurang atau berlebihan, maka perhitungan harus diulangi dengan mengambil ukuran lain yang diperkirakan akan mendekati ukuran yang sesuai. Dengan hasil seperti tabel 4 dibawah :

Tabel 4. Perkiraan ukuran yang sesuai.

No	Komponen	Notasi	Tekanan Injektor
1	Tanpa penambahan plat (kondisi awal)	W_o	110 bar
2	Penambahan 1 plat	W_{t1}	115 bar
3	Penambahan 2 plat	W_{t2}	120 bar
4	Penambahan 3 plat	W_{t3}	125 bar

Hasil Pengujian Performance Engine

Unjuk kerja (performance) dari suatu motor diesel adalah suatu indikasi tingkat keberhasilan mesin merubah energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi kerja mekanis yang berguna. Parameter-parameter engine performance yang penting untuk menentukan karakteristik suatu motor bakar dalam adalah:

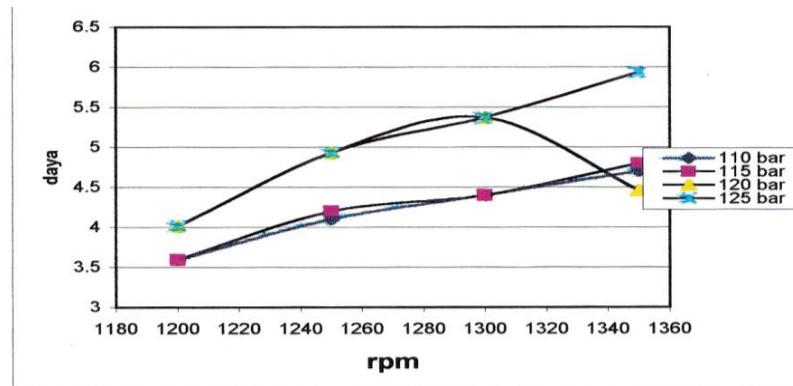
- Power,
- Tekanan effektif rata-rata(bmep, brake mean effektive pressure)
- Torque,
- Konsumsi bahan bakar spesifik (sfc, spesifik fuel consumption)
- Effisiensi thermal.

Parameter engine performance ini akan diexpansikan dalam engine load dan range kecepatan. Dengan menggunakan parameter-parameter normal, pengaruh dari ukuran engine dapat dibuat dengan jelas.

Daya Engine

Daya engine dipengaruhi oleh putaran dan tekanan injection. Daya semakin besar dengan meningkatkan putaran mesin. Seluruh tekanan injeksi (110-125 bar) menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan meningkat dengan peningkatan putaran mesin. Hal ini diakibatkan berubahnya hubungan antara suhu/waktu dan tekanan/waktu. Dengan meningkatnya putaran motor maka puncak suhu kompresi juga meningkat (Heywood, 1989).

Injection pressure juga mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh engine. Kenaikan daya pada tiap-tiap tekanan injeksi besarnya bervariasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat grafik 1 dibawah ini ;



Grafik 1. Putaran – daya pada SFC rendah

Pada putaran 1200-1300 rpm, nilai daya yang paling tinggi didapat pada tekanan injeksi 120 bar. Untuk putaran 1200 rpm sebesar 3,75 kW, sedangkan pada 1300 sebesar 4.4 kW. Namun pada putaran 1300-1350 rpm, daya paling tinggi didapat pada tekanan injeksi 125 bar. Untuk daya optimal terbaik didapat pada tekanan injeksi 125 bar pada putaran 1350 rpm, yaitu sebesar 4,83 kW. Ini berarti meningkat 3,33% dan daya pada tekanan injeksi 110 bar dengan putaran yang sama.

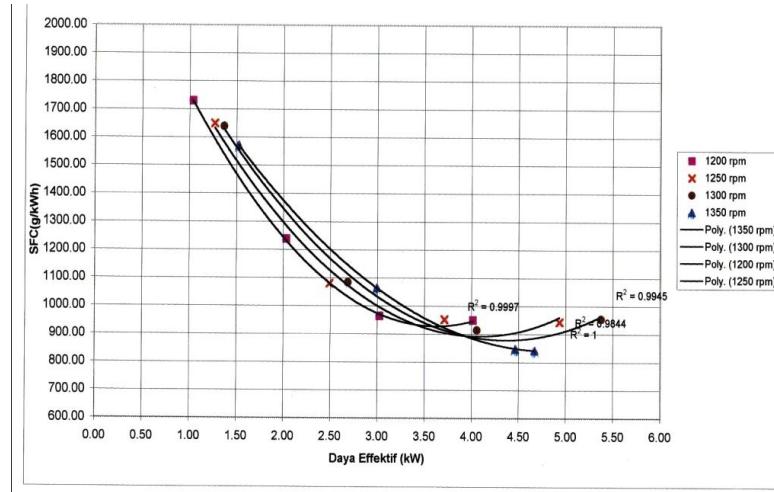
Pemakaian tekanan injeksi 125 bar pada saat putaran motor 1200-1250 rpm tidak memberikan daya yang bagus. Hal ini disebabkan spray bahan bakar yang dihasilkan terlalu melebar didalam silinder, sehingga banyak bahan bakar yang tidak terbakar. Akibatnya kompresi tidak maksimal, temperature rendah dan ignition akan lebih lama (Obert, 1989). Sedangkan pada putaran 1300-1350 rpm, pemakaian tekanan injeksi yang tepat adalah 125 bar. Sebab spray bahan bakar yang dihasilkan bagus dan pembakaran berlangsung lebih sempurna sehingga daya lebih optimal (Schulz, 1983).

Kebutuhan Spesifik Bahan Bakar

Konsurnsi bahan bakar spesifik atau SFC adalah ukuran kebutuhan bahan bakar untuk menghasilkan satu satuan daya. Untuk mengukur pemakaian bahan bakar spesifik harus terlebih dahulu menghitung kecepatan aliran bahan bakar. Adapun variable yang mempengaruhi kecepatan aliran bahan bakar adalah kerapatan massa bahan bakar, waktu aliran bahan bakar (s), volume bahan bakar (m³). Sehingga kecepatan alirannya dapat diketahui.

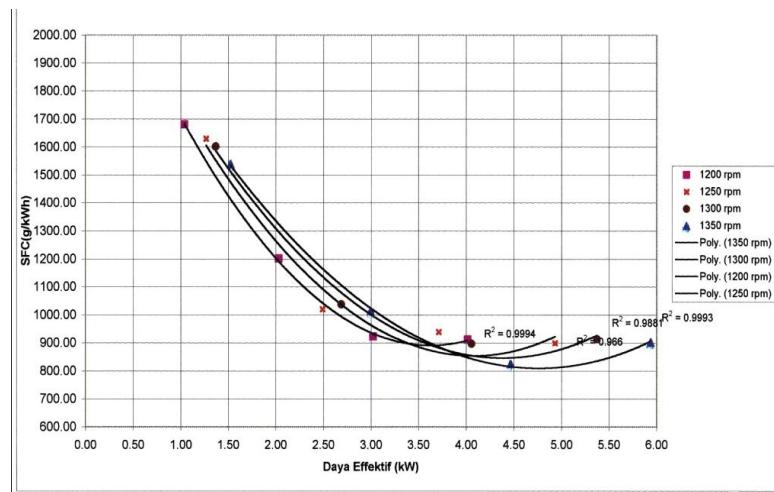
Besarnya kebutuhan spesifik bahan bakar dapat dilihat pada tabel dan grafik-grafik daya vs sfc (grafik 2 - 5). Secara umum terlihat bahwa penggunaan bahan bakar mempunyai tren yang sama yaitu terjadi penurunan penggunaan bahan bakar dengan semakin bertambahnya daya. Tapi penurunan konsumsi bahan bakar ini ada batasnya, sehingga apabila terlampaui batas tersebut maka konsumsi bahan bakar akan naik lagi sebanding dengan kenaikan daya (Arismunandar, 1983).

Pemakaian bahan bakar paling irit pada tekanan injeksi 110 bar (grafik 2) adalah pada saat penggunaan daya 4,66 kW, yaitu sebesar 848 gr/kWh.



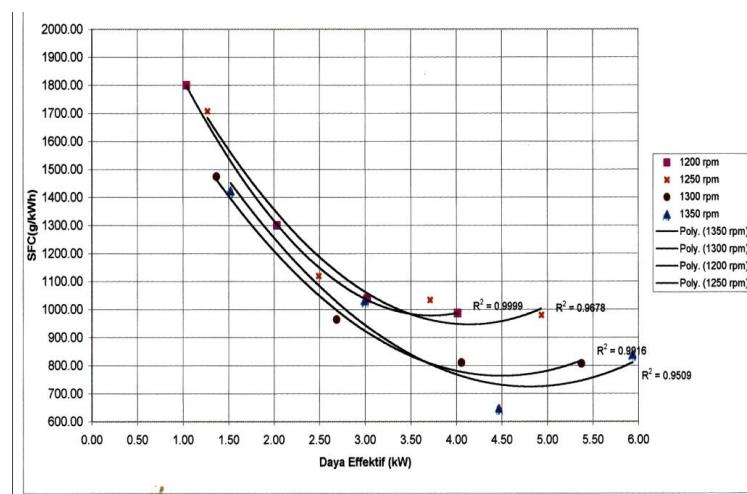
Grafik 2. Daya Efektif-SFC pada 110 bar

Sedangkan untuk tekanan injeksi 115, 120, dan 125 bar(grafik 3 - 5) , konsumsi bahan bakar yang paling irit terjadi pada saat pemakaian daya berturut-urut antara 4,3-5,23; 4,2-5,41; dan 4,24-5,42 kW. Jumlah kebutuhan bahan bakar tersebut pada saat tekanan injeksi 115, 120, dan 125 bar berturut-urut adalah 825,750, dan 725 gr/kWh.

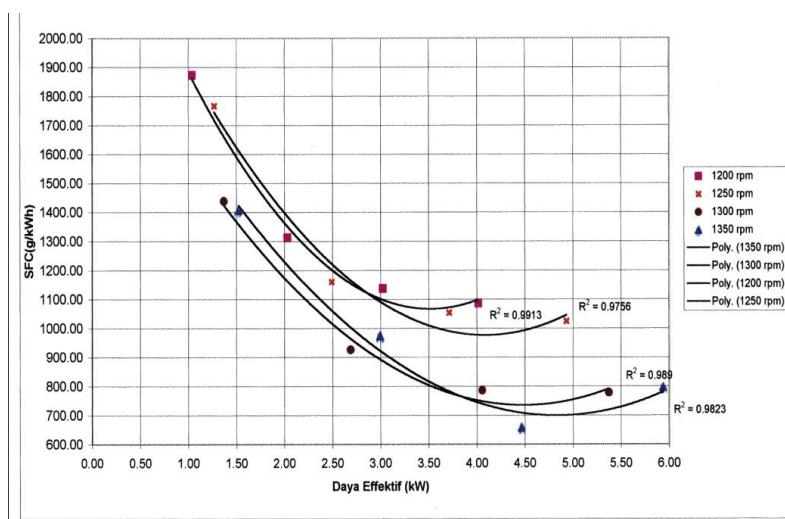


Grafik 3. Daya Efektif-SFC pada 115 bar

Pada grafik 4 dan 5, sfc vs daya berturut-urut pada tekanan injeksi 120 dan 125 bar, dari kedua grafik tersebut menunjukkan bahwa perbedaan konsumsi bahan bakarnya tidak terlalu besar. Pada putaran 1200 dan 1250 rpm konsumsi bahan bakarnya lebih boros dibandingkan dengan putaran 1300 dan 1350 rpm.



Grafik 4. Daya Efektif-SFC pada 120 bar



Grafik 5. Daya Efektif-SFC pada 125 bar

Pada tekanan injeksi 120 dan 125 bar atomisasi bahan bakar yang dihasilkan lebih baik pada putaran 1300 dan 1350 rpm daripada 1200 dan 1250 rpm, karena spray bahan bakar yang disemprotkan lebih bagus. Dengan atomisasi dan spray yang lebih baik, jumlah bahan bakar yang disemprotkan akan terbakar semuanya (Bartok & Sctroflm, 1991). Sehingga pembakaran lebih sempurna dan penggunaan bahan bakar lebih ekonomis karena tidak ada bahan bakar yang tidak terbakar (Tobolt, 1972).

Penggunaan tekanan injeksi 110 dan 115 bar (grafik 2 dan 3), menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih boros dibandingkan dengan pemakaian tekanan injeksi 120 dan 125 bar pada putaran 1200, 1250, 1300 dan 1350 rpm. Hal ini diakibatkan spray bahan bakar yang disemprotkan dalam silinder banyak yang tidak terbakar. Sehingga bahan bakar yang dibutuhkan lebih banyak untuk menghasilkan daya yang sama dengan tekanan injeksi 120 dan 125 bar. Sedangkan perbedaan konsumsi bahan bakar diantara putaran-putaran 1200, 1250, 1300 dan 1350 rpm pada tekanan injeksi 110 dan 115 bar kecil sekali. Keadaan tersebut diakibatkan oleh atomisasi dan spray bahan bakar yang dihasilkan tidak begitu besar perbedaannya. Sehingga penggunaan bahan bakar pun tidak jauh berbeda dan hanya sedikit perubahan dan delay ignition (Adji, 1986).

Mean Effektive Pressure (MEP)

Torsi adalah nilai pengukuran dari kemampuan engine melakukan kerja dan ini bergantung pada dimensi engine. Pengukuran performance engine yang relatif diperlukan adalah penentuan dengan pemisahan kerja per cycle dengan volume silinder yang dipindahkan per cycle. Parameter yang ditentukan mempunyai satuan force per satuan luas adalah disebut MEP.

Ratio Udara - Bahan Bakar.

Pada engine testbed laju aliran massa udara (ma) dan massa bahan bakar (mf) pada normalnya diukur karena hal ini akan digunakan dalam penentuan kondisi operasi dan sangat penting dalam kaitannya menganalisa terjadinya pembentukan polutan.(Heywood, 1995).

Efisiensi Thermal

Pemakaian bahan bakar suatu motor dapat menyatakan effisiensi thermal dan begitu juga sebaliknya. Efisiensi thermal juga bergantung pada diameter dalam silinder oleh karenanya pada dua mesin yang sebangun, perbandingan luas permukaan bidang silinder terhadap volumenya berkurang dengan besarnya diameter silinder. Hal itu disebabkan karena volume adalah sebanding dengan pangkat dua. Jadi ruang bakar dari silinder berdiameter lebih besar akan lebih kecil kerugian kalorinya sehingga dapat dikatakan lebih efisien. (Arismunandar, 1975)

Torsi

Besarnya torsi sebanding dengan besarnya daya dibagi kecepatan. Sehingga trennya hampir sama dengan daya. Pada putaran 1200 rpm, torsi paling besar terjadi pada tekanan injeksi 120 bar, yaitu sebesar 29,86. Ini berarti lebih besar berturut-urut 1,6%, 3,75%, dan 5,63% jika dibandingkan pemakaian tekanan injeksi 110, 115, dan 125 bar. Keadaan yang hampir sama juga terjadi pada putaran 1250 rpm. Namun pada putaran 1300 dan 1350 rpm, torsi yang paling besar ketika tekanan injeksi 125 bar berturut-urut kemudian 120, 115 dan 110 bar. Torsi paling besar pada daya paling optimal terjadi ketika tekanan injeksi 125 bar pada putaran 1350 rpm yaitu sebesar 34,48 Nm.

KESIMPULAN

Hasil dari pengujian motor diesel Merk Energo Machexport type 2D4OT2 dengan peningkatan tekanan injeksi pada rangenya, akan mempengaruhi unjuk prestasinya. Unjuk prestasi tersebut meliputi daya, konsumsi bahan bakar, dan torsi. Penambahan plat pada sisi pegas injektor mempunyai akibat pada panjang pegas kondisi terpasang menjadi pendek. Pengujian menunjukkan bahwa hubungan tersebut adalah linear yaitu jumlah plat sebanding dengan tekanan kerja pegas injektor. Penambahan satu plat mengakibatkan kenaikan tekanan injektor 5 bar.

Daya yang dihasilkan oleh peningkatan tekanan pegas injektor dari 110 bar hingga 120 bar untuk pengoperasian engine 1200 rpm hingga 1300 rpm memberikan daya paling optimal pada tekanan injeksi 120 bar. Selanjutnya untuk putaran yang lebih tinggi 1350 rpm, daya yang paling optimal untuk engine adalah menggunakan 3 plat dengan tekanan injektor 125 bar, setelah itu berturut-turut turun 120 bar, 115 bar, dan terakhir 110 bar. Hal tersebut diukur pada kebutuhan bahan bakar yang sama. Daerah kerja optimal dari peningkatan tekanan injeksi 110 bar – 125 bar, terjadi perbedaan yang cukup mencolok yaitu pada tekanan injeksi 125 bar lebih menguntungkan dari pada tekanan injeksi yang lain. Namun jika dibandingkan dengan tekanan injeksi 120 bar, perbedaan daerah kerja optimalnya kecil. Pengoperasian diesel engine percobaan dapat dilakukan lebih effisien jika menggunakan tekanan injektor 120 bar. Hal tersebut telah dibuktikan pada sisi jumlah bahan bakar yang dibutuhkan dan daya yang dihasilkan.

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, Motor Bakar, Publikasi Persatuan Pelaut Indonesia, 1986
- Aris Munandar, A dan Tsuda K, Motor Diesel Putaran Tinggi, Pradnya Paramita, Jakarta, 1983.
- Bartox, Willian dan Sarofim, Adel F, Fosil Fuel Combustion, A Source Book, John Willey and Son, 1991.
- Heywood, John B, Inter4nal Combustion Engine Fundamental, Mac-Graw-Hill International, 1989.
- Heinshall, S.H., Medium and Hight Speed Diesel Engine for Marine Use, Institute Of Marine Enginer, 1983.
- Gandhi H. J. E, Shingley & L.D. Mitchell, Perencanaan Teknik Mesin, Erlangga, 1994
- Karyanto, E., Teknik Perbaikan, Penyetelan, Pemeliharaan, Trouble Shooting Motor Diesel, Pedoman Ilmu Jaya, Jakarta , 1986.
- Obert, E.F., International Combustion Engine, International Texbook Company, 1968.
- Schulz, Erich J, Diesel Mecanic Second Edition, Gregg Devision/ McGraw-Hill Company, 1983.
- Tobolt, Willian K, Diesel Fundamental, Service, Repair, The Goodheart-Wollcox Company , 1973.
- Sudik. Perbandingan Performa Dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Diesel Satu Silinder Dengan Variasi Tekanan Injeksi Bahan Bakar Dan Variasi Campuran Bahan Bakar Solar, Minyak Kelapa Dan Minyak Kemiri. Skripsi S-1. Fakultas Teknik.Universitas Negeri Semarang. Semarang. 2013.