

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Injector**

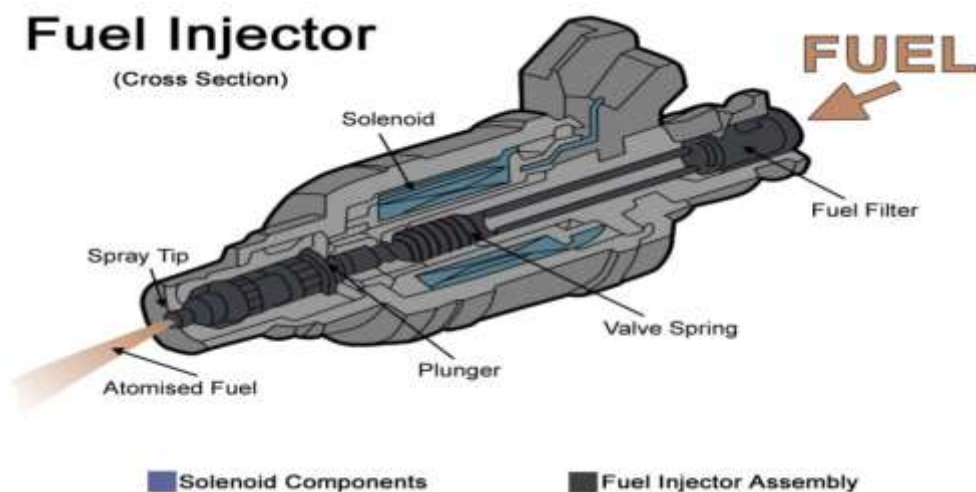
Injector sebagai suatu alat untuk mengabutkan bahan bakar sangat mempengaruhi kesempurnaan dari proses pembakaran di dalam silinder. Apabila pembakaran di dalam silinder tidak sempurna maka tenaga yang di hasilkan motor diesel tersebut akan berkurang. Kondisi pembakaran motor diesel sangat tergantung dari kondisi pengabut bahan bakar. Untuk mencapai pembakaran yang sempurna maka pengabut bahan bakar pada saat menyemprotkan bahan bakar harus sesuai dengan petunjuk manual book yaitu 280-350 kg/cm<sup>2</sup> dan dalam waktu singkat dengan memakai pompa penyemprot bahan bakar tekanan tinggi.

Sistem pembakaran bahan bakar adalah jantung mesin diesel dan dikonstruksikan dengan ketelitian dan bahan-bahan bermutu dan merupakan sistem vital yang mempengaruhi kerja mesin diesel. Bagian-bagian terpenting untuk pemasukan dan pengabutan bahan bakar adalah pompa bahan bakar dan injektor. Pompa bahan bakar mendesak bahan bakar pada saat yang tepat dengan tekanan 300-500 bar melalui lubang mulut pengabut yang sangat kecil kedalam ruang bakar. Garis tengah lubang-lubang pengabut berkisar 0,4 – 0,9 mm. tekanan semprot yang tinggi dibutuhkan untuk memberi kecepatan awal yang tinggi kepada pancaran minyak. Akibatnya adalah terjadinya penyemprotan halus dan percikan minyak terdesak sejauh mungkin kedalam ruang bakar untuk mendapat campuran yang baik dengan udara pembakaran. (Arismunandar, 1977)

Pembakaran adalah persenyawaan secara cepat dalam proses kimia antara bahan bakar udara dan suhu yang cukup untuk penyalaan. Pada mesin induk udara tersebut dikompresikan sehingga terjadi reaksi kimia yaitu pembakaran di dalam silinder, panas hasil pembakaran selanjutnya diubah menjadi tenaga mekanik.

Pada mesin induk pembakarannya terjadi dikarenakan oleh bahan bakar minyak yang disemprotkan berupa kabut kedalam silinder yang bercampur dengan udara yang bersuhu tinggi. Dalam hal ini kecepatan pembakaran tergantung pada baik buruknya percampuran udara dengan bahan bakar. Oleh karena itu maka bahan bakar harus dikabutkan sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung dengan cepat.

Adapun prinsip dari pengabutan ialah menekan bahan bakar berupa zat cair dengan tekanan yang sangat tinggi melalui lubang yang sangat kecil pada *nozzle*. Semakin baik pengabutan bahan bakar maka akan semakin sempurna pembakarannya. Dalam ruang pembakaran selain terjadi suhu yang tinggi akan terjadi tekanan yang maksimum akibat pembakaran. Apabila campuran bahan bakar dengan udara tidak sesuai maka proses pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna.



**Gambar 2.1** *Fuel Injector*

(<https://www.injectorrx.com/fuel-injector-cleaning-and-flow-testing-service/fuel-injectors/fuel-injector-diagram>)

Akibat yang ditimbulkan dari pembakaran yang kurang sempurna adalah sebagai berikut :

1. Kerugian panas dalam motor menjadi besar, karena sebagian bahan bakar yang tidak terbakar terbuang melalui cerobong, sehingga tenaga yang dihasilkan akan berkurang.

2. Sisa-sisa pembakaran akan melekat pada lubang isap dan pembuangan antara katup dan dudukannya, terutama pada katup buang sehingga katup tidak dapat menutup rapat.
3. Sisa-sisa pembakaran akan melekat pada dinding silinder dan kepala torak, yang mana pada liner terdapat lubang sebagai tempat keluarnya minyak lumas sehingga jika ada jelaga yang diakibatkan oleh pembakaran tidak sempurna menutupi lubang tersebut maka pelumasan akan terganggu. Pada sebuah mesin induk bahan bakar akan tercampur dengan cepat dengan udara yang mempunyai tekanan tinggi sebelum pembakaran. Campuran akan terbentuk dan akan menyala akibat suhu akhir kompresi yang tinggi yaitu 600°C. Pada mesin induk pembakaran terjadi dikarenakan oleh bahan bakar minyak yang disemprotkan berupa kabut kedalam silinder yang bercampur dengan udara yang bersuhu tinggi. Dalam hal ini kecepatan pembakaran tergantung pada baik buruknya percampuran antara udara dengan bahan bakar. Oleh sebab itu maka bahan bakar harus dikabutkan sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung cepat. Menurut *M. David Burghardt* dan *George D.Kingsley*, dalam bukunya yang berjudul *Marine Diesels*, bahwa untuk pembakaran 1 kg minyak bahan bakar diesel secara teoritis diperlukan sekitar 14,0 - 14,5 kg udara.

Tetapi dalam keadaan seperti ini sebagian partikel dari oksigen yang bercampur nitrogen dan hasil pembakaran tidak mampu berperan serta dalam proses pembakaran karena sangat singkatnya waktu yang diperlukan dalam pembakaran sejumlah karbon monoksida kemudian akan terbentuk atau carbon tetap belum terbakar. Maka untuk menjamin pembakaran yang sempurna dari bahan bakar dan menghindari rugi panas karena pembakaran carbon monoksida dan carbon yang tidak terbakar harus terdapat kelebihan udara dalam silinder. Perbandingan berat udara yang ada terhadap berat bahan bakar yang diinjeksikan selama tiap langkah daya disebut perbandingan udara bahan bakar. Perbandingan ini merupakan faktor yang sangat penting dalam operasi mesin induk. Agar pembakaran berlangsung cepat dan sempurna, maka pada motor putaran rendah dan

motor putaran menengah diperlukan sekitar dua kali jumlah udara pembakaran teoritis. Dalam hal ini maka dikatakan dengan faktor udara 2 atau kelebihan udara sebesar 100%. Bahan bakar yang disemprotkan kedalam silinder berbentuk butiran-butiran cairan yang halus. Oleh karena udara didalam silinder pada saat tersebut sudah bertemperatur dan bertekanan tinggi maka butir-butir tersebut akan menguap. Penguapan butir-butir bahan bakar itu dimulai pada bagian permukaan luarnya, yaitu bagian yang terpanas. Uap bahan bakar yang terjadi itu selanjutnya bercampur dengan udara yang ada sekitarnya. Proses penguapan itu berlangsung terus selama temperatur sekitarnya mencukupi. (Arismunandar, 1983)

Jadi proses penguapan juga terjadi secara berangsur-angsur. Demikian juga dengan proses pencampuran dengan udara. Maka pada suatu saat dimana terjadi campuran bahan bakar udara yang sebaik-baiknya, proses penyalaan bahan bakar dapat berlangsung dengan sebaik-baiknya. Sedangkan proses pembakaran di dalam silinder juga terjadi secara berangsur-angsur dimana proses pembakaran awal terjadi pada temperatur yang relatif lebih rendah dan laju pembakarannya pun akan bertambah cepat. Hal itu disebabkan karena pembakaran berikutnya berlangsung pada temperatur lebih tinggi. Setiap butir bahan bakar mengalami proses tersebut diatas. Hal itu juga menunjukkan bahwa proses penyalaan bahan bakar didalam motor diesel terjadi pada banyak tempat, yaitu di tempat-tempat dimana terdapat campuran bahan bakar udara sebaik-baiknya untuk penyalaan. Sekali penyalaan dapat dilakukan, dimanapun juga, baik temperatur maupun tekanannya akan naik sehingga pembakaran dilanjutkan dengan lebih cepat kesemua arah. Proses pembakaran dapat dipercepat antara lain dengan cara memutar udara yang masuk kedalam silinder, yaitu untuk mempercepat dan memperbaiki proses pencampuran bahan bakar dan udara. Namun demikian, jika putaran udara itu begitu besar maka ada kemungkinan terjadi kesukaran mengoperasikan mesin dalam keadaan dingin. Hal itu disebabkan karena proses pemindahan

panas dari udara ke dinding silinder, yang masih dalam keadaan dingin, menjadi lebih besar sehingga udara tersebut menjadi dingin juga. Sebaliknya, jika mesin sudah panas temperatur udara sebelum langkah kompresi menjadi lebih tinggi, sehingga dengan pusingan udara dapat diperoleh kenaikan tekanan efektif rata-ratanya. Oleh sebab itu mesin akan bekerja lebih efisien pula. Menurut *Heywood, J, B* dalam bukunya *marine engineering*, bahan bakar yang diterima diatas kapal pada umumnya banyak mengandung kotoran berupa zat padat dan zat cair. Hal ini disebabkan oleh banyak proses yang ditempuh oleh bahan bakar. Dengan kenyataan inilah pembakaran kurang baik walaupun sudah melalui proses penyaringan didalam pesawat pembersih bahan bakar dan melalui saringan-saringan bahan bakar sebelum masuk kedalam pompa bahan bakar atau bahan bakar yang kotor akan mengakibatkan rusaknya alat pengabut ( Heywood J, B, 1989 )

## **2.2 Bagian Injector**

Injector sebagai suatu alat untuk mengabutkan bahan bakar sangat mempengaruhi kesempurnaan dari proses pembakaran di dalam silinder. Dan di dalam injector terdapat bagian-bagian penting :

### **1. *Nozzle needle* (Jarum Pengabut)**

Jarum pengabut berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan dikabutkan melalui mulut pengabut. Jarum pengabut ditekan pada bidang penutup oleh pegas penutup dengan tekanan yang dapat diatur dengan perantaraan baut tekan. Oleh tekanan minyak gaya-gaya bekerja pada bidang kerucut. Komponen aksial dari gaya mengangkat jarum berlawanan arah dengan kerja pegas penutup.



**Gambar 2.2** *Nozzel Neddle*  
(<https://www.injectorrx.com>)

## 2. *Nozzle* (Mulut Pengabut)

Mulut pengabut berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar. Pada akhir penyemprotan tekanan didesak menurun dan jarum ditekan kembali pada bidang penutup. Pembukaan dan penutupan jarum pengabut dapat diawasi dengan sebuah jarum periksa. Pada cara pengabutan ini pompa bahan bakar mendesak, jika penyemprotan harus dimulai dan pompa berhenti jika penyemprotan harus berakhir.



**Gambar 2.3** *Nozzel ( Mulut Pengabut )*  
(<https://www.injectorrx.com>)

### 3. *Spindel* (alat penekan jarum)

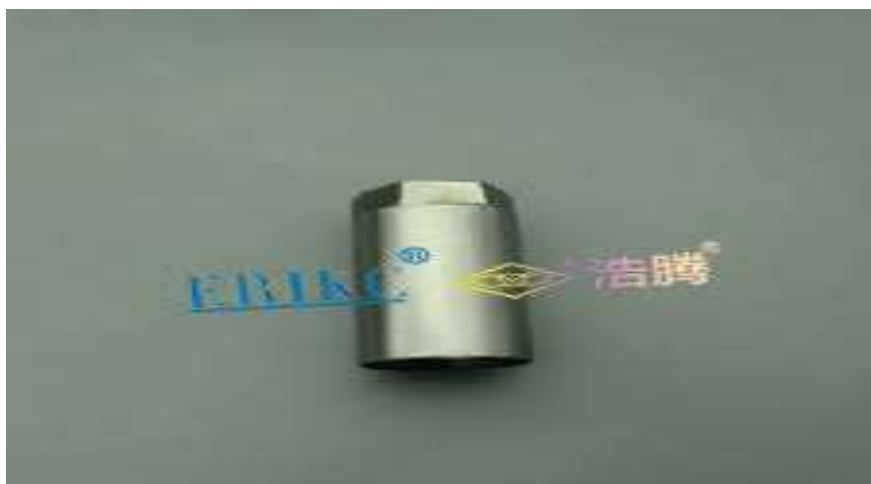
Alat penekan jarum yang digunakan untuk menekan jarum pada lubang *injector* pada saat proses pengabutan. Alat penekan jarum ini sangat penting dalam proses injeksi karena tinggi rendahnya tekanan dalam injektor ditentukan disini



**Gambar 2.4** *Spindel* ( *Alat Penekan Jarum* )  
(<https://www.injectorrx.com>)

### 4. *Lock Nut* (Mur pengaman)

Terdapat pada injektor motor diesel yang berguna sebagai pengaman agar bagian-bagian dari *injector* tidak berubah pada waktu menginjeksikan bahan bakar.



**Gambar 2.5** *Lock Nut* ( *Mur Pengaman* )  
(<https://www.injectorrx.com>)

#### 5. *Adjusting Screw* (baut penyetel)

Baut penyetel berfungsi untuk penyetelan kekuatan dan juga tekanan dari penyemprotan *injector* baut penyetel berada diatas dari mur pengaman yang berguna untuk melindungi bagian-bagian injektor lain dan digunakan untuk mengatur posisi mur pengaman dalam *injector*.



**Gambar 2.6** *Adjusting Screw* ( *Baut Penyetel* )  
(<https://www.injectorrx.com>)

#### 6. *Spring* (pegas)

Pegas disini berguna pengontrol elastisitas dari *injector* pada saat menginjeksikan bahan bakar agar alat penekan jarum dapat kembali keposisinya lagi dan digunakan dalam penyetelan kekuatan injeksi bahan bakar.



**Gambar 2.7** *Spring* ( *Pegas* )  
(<https://www.injectorrx.com>)



7. *Spring retainer* (penahan pegas)

Spring retainer sebagai penghubung antara pegas dan *spindle* berfungsi untuk menahan agar *spindle* tetap pada posisinya.



**Gambar 2.8** *Spring Retainer* ( Penahan Pegas )  
(<https://www.injectorrx.com>)

8. *Air vent valve* (katup pembuangan angin)

Katup pembuangan angin berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa angin dalam sistem pada saat pemasangan *injector*.



**Gambar 2.9** *Air Vent Valve* ( Katup Pembuangan Angin )  
(<https://www.injectorrx.com>)

### **Jenis jenis injektor yang sering digunakan pada motor diesel menurut waktu penginjeksian bahan bakar**

Injektor dalam penggunaannya pada motor diesel terdiri dari berbagai jenis yaitu injektor langsung dan injektor tidak langsung. Dari segi pemakaian kedua jenis injektor ini sering digunakan pada kendaraan karena keduanya memiliki kekurangan serta kelebihan masing masing. Adapun perbedaan antara injektor langsung dan tidak langsung adalah :

#### 1. Injektor jenis tidak langsung ( precombution chamber PC )

Pada sistem ini bahan bakar tidak langsung disemprotkan langsung ke dalam cylinder ( ruang bakar utama ), melainkan terlebih dahulu melalui suatu kamar muka atau precombution chamber ( PC ), sehingga proses pembakaran terjadi secara menjalar ke ruang bakar utama.

#### 2. Injeksi langsung ( direct injeksion DI )

Injeksi langsung pada motor diesel cara kerjanya adalah nozzle menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut ke dalam selinder ( ruang bakar ) sehingga proses pembakaran terjadi secara serempak.

kelebihan – kelebihan injeksi langsung (direct injeksion ) dengan injeksi tidak langsung (precombution) :

- a. Untuk precombution pembakaran lebih sempurna , sedangkan direct *injection* pemakaian bahan bakar lebih hemat.
- b. Precombution umur komponen utama lebih panjang, pada direct injektion engine response (percepatan) lebih baik.
- c. Pada precombution *nozzle* tidak cepat kotor atau buntu, untuk direct *injection engine* lebih mudah dihidupkan.
- d. Precombution lebih ramah lingkungan, karena tingkat polusi udara lebih rendah , pada *direct injection* kapasitas alat pendingin lebih kecil.
- e. Pada precombution kemungkinan pemakaian bahan bakar yang lebih berat (energi lebih besar) sedangkan pada *direct injetion horse power* lebih besar.

### 2.3. Prinsip Kerja Injector

#### 1. Sebelum Penginjeksian

Bahan bakar yang bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui *oil passage* menuju *oil pool* pada bagian bawah *nozzle body*.

#### 2. Penginjeksian Bahan Bakar

Bila tekanan pada *oil pool* naik, ini akan menekan permukaan *nozzle needle*. Bila tekanan ini melebihi tegangan pegas, maka *nozzle needle* terdorong keatas dan menyebabkan nozzle menyemburkan bahan bakar.

#### 3. Akhir Penginjeksian

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar turun dan *pressure spring* mengembalikan *nozzle needle* keposisi semula (menutup saluran bahan bakar). Sebagian bahan bakar yang tersisa antara *nozzle needle* dan *nozzle body*, melumasi semua komponen dan kembali ke *over flow pipe*.

### 2.4. Jenis Jenis Injector

1. *Capsule type nozzle* di pergunakan pada *precombution camber ( PC )* dan *direct injektion engine ( DI )*, nozzle jenis ini tidak dapat di perbaiki atau di stel, jadi apabila ada kerusakan nozzle harus diganti dengan yang baru.



**Gambar 2.10** *Capsul Nozzle Type*

(<http://www.carmarydiesel.com/nozzle-7s9891-p-5443.html> , 03-09-2018)

2. *Pencil type nozzle* yang dipergunakan pada *direct injektion engine* ( DI ) , nozzle jenis ini ada yang dapat di perbaiki dan ada juga yang tidak dapat diperbaiki.



**Gambar 2.11** *Pencil Type Nozzle*  
(<https://www.walmart.com/ip> , 03-09-2018)