

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

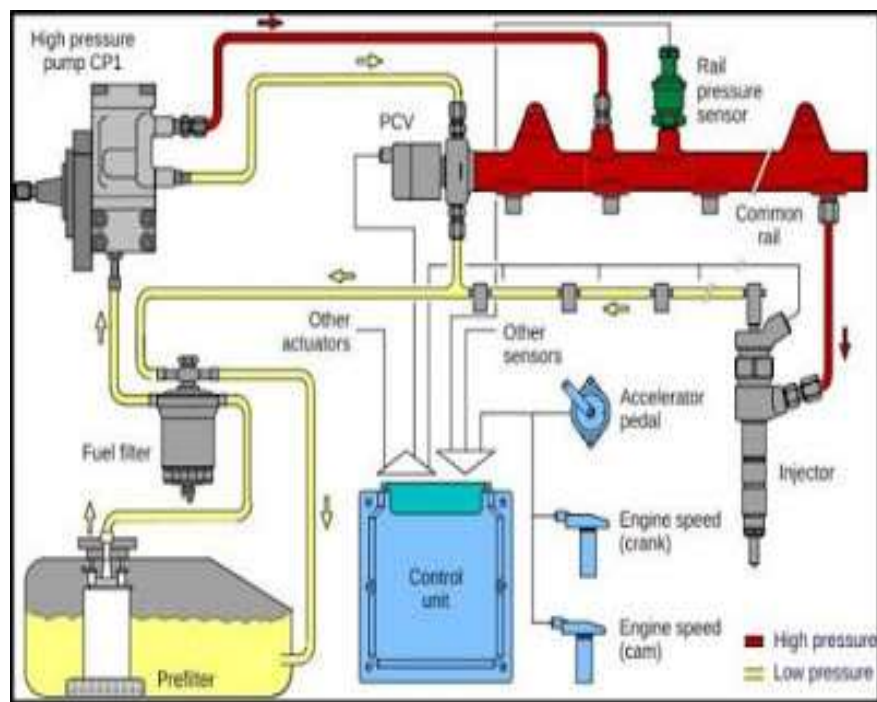
#### **2.1 Pengertian Injektor**

*Injector* sebagai suatu alat untuk mengabut bahan bakar sangat mempengaruhi kesempurnaan dari proses pembakaran di dalam silinder. Apabila pembakaran di dalam silinder tidak sempurna maka tenaga yang dihasilkan 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 dikontuksikan dengan ketelitian dan bahan-bahan bermutu dan merupakan sistem vital yang mempengaruhi kerja mesin diesel. Bagian-bagian terpenting untuk pemasukan dan pengabut 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 semakin kecil kedalam ruang bakar. Garis tengah lubang-lubang pengabut berkisar 0,4-0,9 mm. Tekanan semprot yang tinggi di butuhkan 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.

Menurut P.Van Maanen (1990) dalam bukunya motor induk diesel, pembakaran adalah persenyawan 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 pencampuran udara dengan bahan bakar. Oleh karena itu maka bahan bakar harus di kabutkan sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung dengan cepat.



Gambar 1: Sistem sirkulasi bahan bakar sampai ke injektor  
Sumber : Amrie muchta,2015,Sistem injektor

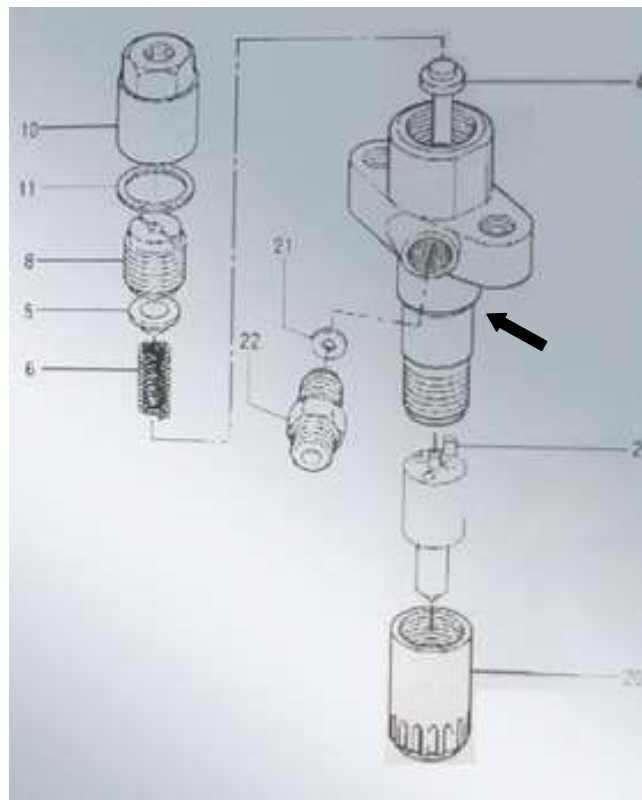
## 2.2 Komponen-komponen Injektor

Menurut Amrie Muchta (2018) sistem injeksi bahan bakar pada mesin diesel merupakan sistem paling penting di antara sistem-sistem yang lain. Dengan sistem injeksi bahan bakar yang baik dan tepat akan menghasilkan tenaga mesin yang optimal. Sebaliknya sistem injeksi bahan bakar yang kurang baik dan kurang tepat dapat menyebabkan tenaga mesin diesel kurang optimal, bahkan mungkin saja mesin diesel tidak dapat di jalankan sama sekali. Sistem injeksi bahan bakar mesin diesel mencakup rangkaian komponen-komponen yang berhubungan dengan bahan bakar, yang berfungsi menghisap bahan bakar dari tangki bahan bakar, memompakan bahan bakar, sampai bahan bakar tersebut di injeksikan kedalam ruang bakar silinder mesin dalam rangka memperoleh tenaga. Injektor terdiri dari

beberapa bagian yaitu *nozzle holder*, *over flow pipe*, *adjusting washer*, *pressure spring*, *pressure pin*, *distance piece*, *nozzle needle*, *nozzle body*, *retaining nut*. Berikut adalah fungsi-fungsi komponen tersebut.

#### 1. *Nozzle holder*

Berfungsi untuk memegang *nozzle* dan menentukan posisi serta arah dari pada *nozzle*. *Nozzle holder* ini merupakan tempat bertemunya antara bahan bakar dan mengatur tekanan dimulainya penginjeksian (*valve* terbuka) pada *nozzle*. *Nozzle* ditekan oleh *nozzle spring* melalui *push rod*. Tekanan awal penginjeksian bahan bakar diatur oleh besarnya ketegangan dari *nozzle spring*. Besarnya ketegangan dari *nozzle spring* dapat diatur dengan menggunakan sekrup penyetel (*adjusting screw*) atau *shim*.



Gambar 2 : *Nozzle Holder*

Sumber : Ahmad Suyatno, 2008, 2014, *nozzle holder*

2. *Over flow pipe*

Berfungsi untuk mengembalikan bahan bakar sisa pengabutan.



Gambar 3 : *Over flow Pipe*

Sumber: Ahmad Suyatno,2008, *over flow pipe*

3. *Adjusting Washer*

Komponen ini berfungsi untuk penyetelan kekuatan dan juga tekanan dari penyemprotan *injector*



Gambar 4 : *Adjusting Washer*

Sumber : Ahmad Suyatno,2008,*Adjusting Washer*

4. *Pressure spring*

Komponen ini berfungsi untuk 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 5 : *Pressure spring*  
 Sumber: Ahmad suyatno,2008,*Pressure Spring*

5. *Pressure pin*

Komponen *pressure pin* ini berfungsi untuk menekan jarum pada lubang *injector* pada saat proses pengabutan.



Gambar 6 : *Pressure pin*  
 Sumber : Ahmad Suyatno,2008,*Pressure pin*

6. *Distance piece*

Komponen yang biasanya di sebut mangkok melengkung ini berfungsi untuk saluran bahan bakar dan tempat tumpuan *pressure spring*.



Gambar 7 : *Distance piece*

Sumber : Ahmad suyatno, 2008, *Distance piece*

#### 7. *Nozzle needle*

Berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan dikabutkan melalui *nozzle*. Jarum pengabut ditekan pada bidang penutup oleh pegas penutup dengan tekanan yang dapat diatur dengan perantara baut tekan. Oleh tekanan minyak gaya-gaya bekerja pada bidang kerucut. Komponen aksial dari gaya mengangkat jarum berlawanan arah dengan kerja pegas penutup. Jarum pengabut disebut juga sebagai katup jarum untuk mengabutkan bahan bakar.



Gambar 8 : *Nozzle needle*

Sumber: Ahmad suyatno, 2008, *Nozzle needle*

#### 8. *Nozzle body*

Berfungsi untuk untuk mengabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar. Pada akhir penyemprotan tekanan di desak 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 9 : *Nozzle Body*  
Sumber : Ahmad suyatno,2008, *Nozzle Body*

#### 9. *Retaining nut*

Berfungsi sebagai pengaman agar bagian-bagian dari *injector* tidak berubah pada waktu menginjeksikan bahan bakar.



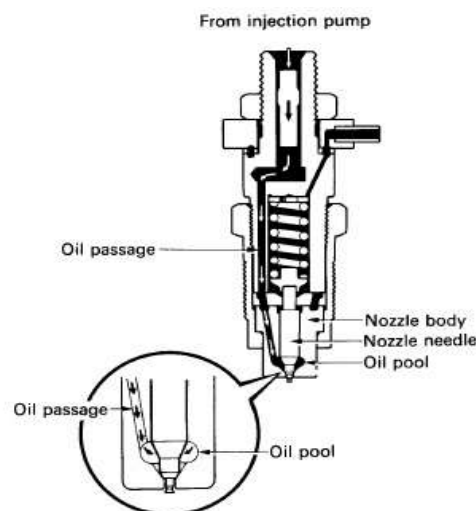
Gambar 10 : *Retaining nut*  
Sumber : Ahmad Suyatno,2008, *Retaining nut*

### 2.3 Cara Kerja Injektor

Menurut Karyanto (2000), injektor bekerja untuk mengatomisasikan bahan bakar yang disalurkan dari pompa injeksi pada tekanan tinggi serta memberi tenaga penyebaran, pembagian dan penerobosan bahan bakar. Jadi injektor berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar ke ruang bakar agar terjadi pembakaran yang sempurna dalam waktu singkat. Proses cara kerja *injector* sebagai berikut :

#### 1. Sebelum Penginjeksian

Bahan bakar solar yang memiliki tekanan yang tinggi akan mengalir dari pompa injeksi melalui saluran bahan bakar pada *nozzle holder* kemudian bahan bakar ini akan menuju ke *oil pool* pada bagian bawah *nozzle body*.

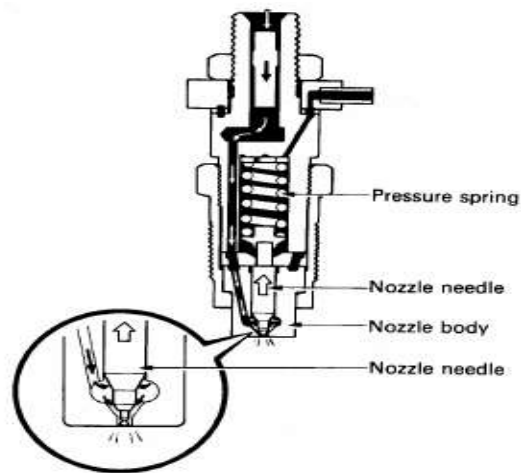


Gambar 11 : Sebelum injeksi  
Sumber : Juan prasetyadi, 2018, Cara kerja injektor

#### 2. Penginjeksian Bahan Bakar

Apabila tekanan bahan bakar yang berada di *oil pool* ini naik maka bahan bakar ini akan menekan permukaan ujung *needle*. Apabila tekanan bahan bakar ini melebihi tekanan pegas maka *nozzle needle* akan kedorong ke atas oleh tekanan bahan bakar sehingga *nozzle needle* akan terlepas dari kedudukannya (*nozzle body seat*). Kejadian tersebut membuat bahan bakar dapat keluar sehingga akan terjadi langkah penginjeksian atau penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang bakar.



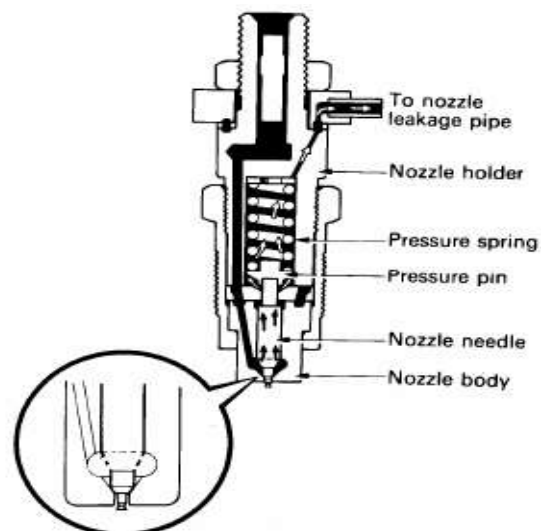


Gambar 12 : Saat penginjeksian

Sumber : Juan prasetyadi, 2018, Cara kerja injektor

### 3. Akhir penginjeksian

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar maka tekanan bahan bakar yang menuju ke *injector nozzle* akan mengembalikan *nozzle needle* ke posisi semula. Pada saat ini *nozzle needle* akan tertekan oleh pegas pengembali dengan kuat padaudukannya (*nozzle body seat*) dan akan menutup saluran bahan bakar untuk keluar. Sebagian bahan bakar yang berada di dalam *injector nozzle* akan kembali melalui ke *over flow pipe*.



Gambar 13 : Akhir injeksi

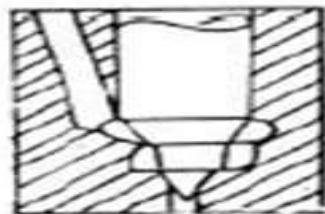
Sumber: Juan prasetyadi, 2018, Cara kerja *injektor*

## 2.4 Jenis-jenis Injektor

Menurut Karyanto (2000) jenis-jenis injektor dengan sifat pengabutan dan karakteristik yang berbeda, maka untuk fungsi pemakaiannya juga berbeda dimana bergantung pada proses pembakarannya. Proses pembakaran ini, ditentukan oleh bentuk ruang bakarnya. Dari segi karakteristik dan modelnya, injektor terdiri atas :

1. Injektor berlubang
  - a. Injektor berlubang satu (*single hole*)

Injektor berlubang satu (*single hole*) proses pengabutannya sangat baik tetapi memerlukan tekanan *injection pump* yang tinggi. Demikian halnya dengan injektor berlubang banyak (*multi hole*) pengabutannya sangat baik. Injektor ini sangat tepat digunakan pada injektor langsung (*direct injection*).

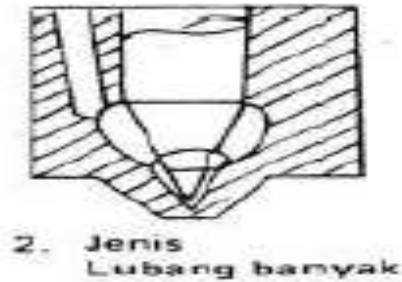


1. Jenis Lubang Satu

Gambar 14 : *Injector* berlubang satu  
 Sumber : Juan prasetyadi, 2018, Jenis injektor berlubang

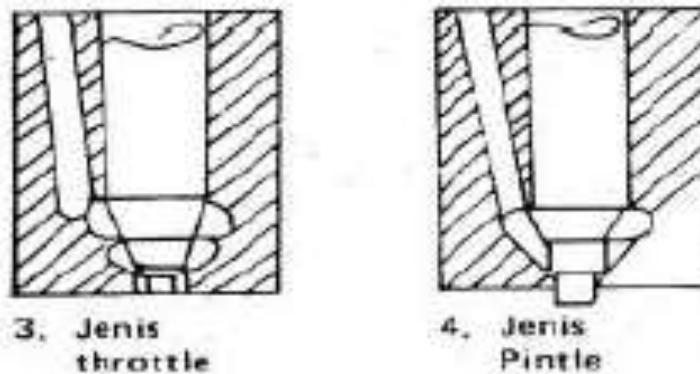
- b. Injektor berlubang banyak (*multi hole*)

Injektor berlubang banyak tipe ini digunakan pada ruang bakar *valve* pada *nozzle* tipe ini mempunyai bentuk kerucut pada ujungnya yang didudukkan dengan tipe *direct injection. Needle* pada *valve seat*. Pada ujung *valve body* terdapat beberapa lubang yang dibuat secara simetris. Diameter lubangnya ber-kisar antara 0.2-0.4 mm. Tekanan injeksi pada *nozzle* tipe ini berkisar antara 150-300 kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 15 : *Injector* berlubang banyak  
 Sumber : Juan prasyadi, 2018, Jenis injektor berlubang

2. Injektor model *pintle* dan *throttle*
  - a. Injektor model *throttle*
  - b. Injektor model *pintle*



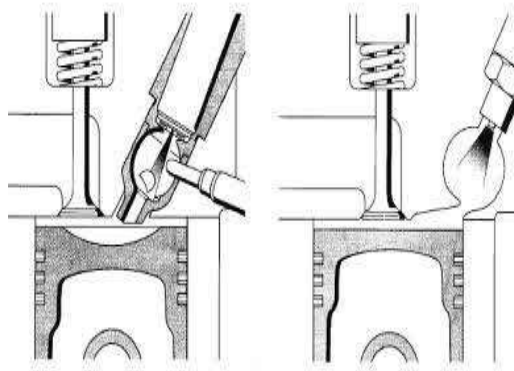
Gambar16 : Injektor model *pintle* dan *throttle*  
 Sumber : Juan prasyadi, 2018, Injektor *pintle* dan *throttle*

Injektor model *throttle* dan model *pintle* lebih tepat digunakan pada motor diesel dengan ruang bakar yang memiliki *combustion chamber*, kamar muka maupun kamar puser (*turbulen*). Sedangkan dari segi pemakaian dan posisi injektor terdiri dari injektor tidak langsung (*precombustion chamber*) dan injektor langsung (*direct injection*). Kedua jenis injektor ini sering digunakan, karena keduanya memiliki kekurangan serta kelebihan masing-masing. Adapun perbedaan antara *injector* langsung dan tidak langsung adalah :

- a. Injektor jenis tidak langsung (*precombustion chamber*)

Pada sistem ini bahan bakar tidak langsung disemprotkan langsung ke dalam silinder (ruang bakar utama), melainkan terlebih dahulu melalui suatu

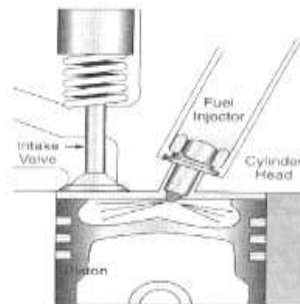
kamar muka atau *precombustion chamber (PC)*, sehingga proses pembakaran terjadi secara menjalar ke ruang bakar utama.



Gambar 17 :Injeksi tidak langsung (*precombustion chamber*)  
 Sumber : Juan prasyadi, 2018, *Precombustion chamber*

b. Injeksi langsung (*direct injection*)

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



Gambar 18 : Injeksi langsung ( *direct injection* )  
 Sumber : Juan prasyadi, 2018, *Direct injection*

Di Kapal Motor Kalimutu dengan mesin induk Daihatshu DS-18 A menggunakan jenis injektor berlubang banyak dan model *pintle*. Sedangkan dari segi posisi injektor menggunakan jenis injektor langsung (*direct injection*) karena merupakan mesin diesel. Karena dengan menggunakan sistem ini tenaga yang dihasilkan lebih kuat dan efisien untuk mesin kapal. Kelebihan-kelebihan injeksi langsung (*direct injection*) dengan injeksi tidak langsung (*precombustion*):

- 1) Untuk *precombustion* pembakaran lebih sempurna, sedangkan *direct injection* pemakaian bahan bakar lebih hemat.
- 2) *Precombustion* umur komponen utama lebih panjang, sedangkan pada *direct injection engine response* (percepatan) lebih baik.
- 3) Pada *precombustion nozzle* tidak cepat kotor atau buntu, untuk *direct injection engine* lebih mudah dihidupkan.
- 4) *Precombustion* lebih ramah lingkungan, karena tingkat polusi udara lebih rendah, pada *direct injection* kapasitas alat pendingin lebih kecil.
- 5) Pada *precombustion* kemungkinan pemakaian bahan bakar yang lebih berat (energi lebih besar) sedangkan pada *direct injection horse power* lebih besar.

## **2.5 Proses Pengabutan Bahan Bakar Pada Injektor**

Proses pengabutan bahan bakar diesel melalui injektor ini diperlukan agar terjadi proses pembakaran yang sempurna di dalam silinder, kendati pada motor diesel ini pembakaran diberikan melalui panas yang dihasilkan oleh pemampatan udara luar namun nyala api tidak akan terjadi tanpa adanya penambahan oksigen. Oleh karena itu, dalam proses pengabutan ini pada dasarnya adalah mencampur bahan bakar dengan oksigen, untuk itu proses pengabutan untuk memperoleh gas bahan bakar yang sempurna pada injektor dapat dilakukan dengan tiga sistem pengabutan yaitu :

### **1. Pengabutan Udara**

Proses pengabutan udara terjadi pada saat bahan bakar yang bertekanan 240 sampai 250 Bar mengakibatkan tekanan pada rumah pengabut sebesar 240 Bar yang selalu berhubungan langsung dengan tabung udara dengan tekanan bahan bakar dari pompa mencapai 350 Bar pada volume tertentu akan tertampung pada cincin pembagi dari pengabut tersebut. Tekanan bahan bakar dari pompa tadi juga akan mengangkat jarum pengabut dengan demikian, udara yang bertekanan tadi akan mengalir bersama bahan bakar melalui lubang-lubang halus pada cincin pembagi sehingga membentuk gas bahan bakar dan masuk ke dalam silinder. Gas bahan bakar yang terbentuk karena proses persenyawaan antara udara dengan

bahan bakar maka akan sangat mudah terbakar bila berhubungan dengan udara panas dan bertekanan tinggi. Dengan *plunger* pompa injeksi yang digerakan oleh poros yang berhubungan dan di stel sedemikian rupa maka pengabutan hanya terjadi pada akhir kompresi.

## 2. Pengabutan Tekan

Pada proses pengabut tekan ini saluran bahan bakar dan ruangan dalam rumah pengabut harus selalu terisi penuh oleh bahan bakar, dengan jarum pengabut yang tertekan oleh pegas sehingga saluran akan tertutup. Namun ketika bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan 350 Bar mengalir kebagian jarum pengabut, pengabut akan tertekan keatas sehingga saluran akan terbuka. Dengan demikian, bahan bakar akan terdesak melalui celah di antara jarum pengabut dalam bentuk gas. Untuk memperoleh proses pembakaran yang sempurna didalam silinder maka proses pemampatan udara di dalam silinder diusahakan menghasilkan *turbulensi* udara.

## 3. Pengabutan Gas

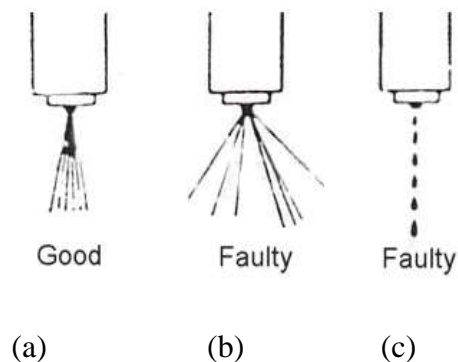
Pengabut ini dikonstruksi sedemikian rupa dengan komponen-komponen yang terdiri atas rumah pengabut, katup dan bak pengabut yang ditempatkan di bagian bawah dari pengabut dan berada di dalam ruang bakar. Dalam proses pengabutan ini bahan bakar telah berada dalam keadaan bertekanan tinggi dan katup injeksi sudah terbuka sejak langkah pengisapan oleh torak dan pada kondisi demikian ini sebagian bahan bakar telah menetes ke bak pengabut yang di bagian sisinya terdapat lubang-lubang kecil. Keadaan ini akan mengakibatkan motor menjadi sangat panas sehingga bahan bakar tadi akan berubah menjadi kabut. Pada akhir langkah kompresi udara yang bertekanan akan menerobos masuk ke bak pengabut tersebut melalui lubang-lubang kecil dari bak pengabut tersebut dan mengakibatkan letusan.

Namun hal ini tidak cukup membakar bahan bakar secara keseluruhan karena tidak cukup oksigen sehingga sisa bahan bakar yang tidak terbakar akan keluar masuk didalam ruang bakar dan terbakar pada ruangan ini, oleh karena itu pada sistem pengabutan ini akan terjadi dua kali proses pembakaran yaitu proses pembakaran mula dan proses pembakaran yang sebenarnya, kendati sistem ini

jarang digunakan namun proses pengabutan dengan ini dapat menghasilkan kabut bahan bakar yang memenuhi syarat dalam kebutuhan proses pembakaran.

## 2.6 Bentuk-bentuk Pengabutan pada Injektor

Di dalam menyemprotkan bahan bakar, *nozzle* memiliki bentuk-bentuk penyemprotan bahan bakar, bentuk penyemprotan ini sangat berpengaruh terhadap kualitas campuran bahan bakar di dalam silinder. Di bawah ini akan dijelaskan mengenai bentuk penyemprotan *nozzle* serta pengaruhnya terhadap pembakaran.



Gambar 19 : Bentuk–bentuk penyemprotan pada injektor.  
Sumber : Juan prasetyadi, 2018, Bentuk penyemprotan

### Keterangan :

1. Pada gambar (a) terlihat pengabutan yang sempurna dimana pengabutannya menyebar dan tidak berpusat pada satu titik. Pengabutan yang baik membentuk sudut pengabutan dengan sudut  $14^\circ$ . Pengabutan yang sempurna akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dan pembakaran yang sempurna akan meningkatkan efisiensi mesin. Diameter *nozzle* akan mempengaruhi tekanan pengabutan tekanan pengabutan yang baik tergantung dari spesifikasi motor diesel.
2. Pada gambar (b) terlihat pengabutan yang tidak merata pada *nozzle* dan ini menandakan bahwa terjadi penyumbatan pada *nozzle needle*. Keadaan ini apabila dibiarkan akan menimbulkan kerugian serta efek samping terhadap mesin. *Nozzle* yang tersumbat akan mengakibatkan penyemprotan bahan

bakar tidak maksimal yang disalurkan ke dalam silinder, ini akan mengakibatkan mesin akan pincang dan tenaga akan berkurang bila *nozzle* yang tersumbat hanya satu buah.

3. Sedangkan pada gambar (c) terlihat bahan bakar hanya menetes karena kebuntuan atau kerusakan pada *nozzle* dan keadaan ini mengakibatkan pembakaran tidaklah sempurna karena bahan bakar yang dikabutkan tidak terbakar secara sempurna dan pemakaian bahan bakar akan boros dan asap pada cerobong akan tebal dan berwarna putih.

## **2.7 Persyaratan Yang Harus Dipenuhi Dalam Sistem Injeksi**

Menurut Maleev (1991), sistem injeksi bahan bakar diesel sendiri meliputi rangkaian komponen-komponen pada mesin diesel yang berkaitan dengan bahan bakar. Sistem injeksi bahan bakar diesel berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki bahan bakar, menyaringnya dari kotoran dan memompakan bahan bakar sampai bahan bakar tersebut diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran silinder mesin untuk selanjutnya dibakar dan menghasilkan tenaga pembakaran. Untuk persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi ada 5 yaitu :

1. Penakaran yang teliti dari minyak bahan bakar

Maksudnya bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk tiap daur harus dalam kesesuaian dengan beban mesinnya dan jumlah yang tepat dari bahan bakar harus diberikan kepada tiap silinder, untuk setiap langkah daya mesin. Hanya dengan cara inilah mesin akan beroperasi pada kecepatan yang seragam.

2. Pengaturan waktu

Pengaturan waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat yang diperlukan adalah mutlak untuk mendapatkan daya maksimal dari bahan bakar dan penghematan bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlalu awal dalam daur, maka penyalannya akan diperlambat karena suhu udara pada titik ini cukup tinggi. Keterlambatan yang berlebihan akan memberikan operasi yang kasar dan berisik dari mesin serta memungkinkan kerugian bahan bakar karena



pembasahan dinding silinder dan kepala torak. Akibatnya adalah borosnya bahan bakar dan asap dalam gas buang. Kalau bahan bakar diinjeksikan terlambat dalam daur, maka sebagian dari bahan bakar akan terbakar pada saat torak telah jauh melampaui titik mati atas (TMA). Kalau ini terjadi, maka mesin tidak akan membangkitkan daya maksimumnya, gas buang akan berasap, dan pemakaian bahan bakar boros.

3. Kecepatan injeksi bahan bakar

Banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam satu satuan waktu atau dalam satu derajat dari perjalanan engkol. Kalau kecepatan injeksi terlalu tinggi, maka sejumlah bahan bakar tertentu akan diinjeksikan dalam waktu yang singkat, atau dalam jumlah derajat yang kecil dari perjalanan engkol. Kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi, harus digunakan ujung *nozzle* dengan lubang yang kecil untuk menaikkan jangka waktu injeksi bahan bakar. Kecepatan injeksi mempunyai pengaruh yang serupa dengan pengaturan waktu, terhadap prestasi mesin. Kalau kecepatan injeksi terlalu tinggi, akibatnya akan sama dengan injeksi yang terlalu awal, kalau kecepatan injeksi terlalu rendah, akibatnya akan sama dengan injeksi yang sangat terlambat.

4. Pengabutan yang baik dari bahan bakar

Pengabutan dari arus bahan bakar menjadi semprotan kabut harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Beberapa ruang bakar memerlukan kabut yang sangat halus, ruang bakar yang lain dapat beroperasi dengan kabut yang lebih kasar. Pengabutan yang baik akan mempermudah pengawalan pembakaran dan menjamin bahwa setiap butiran kecil dari bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat dicampur dengannya.

5. Distribusi

Distribusi bahan bakar harus sedemikian rupa, sehingga bahan bakar akan menyusup ke seluruh bagian ruang bakar yang berisi oksigen untuk pembakaran. Kalau bahan bakar tidak didistribusikan dengan baik, maka sebagian dari oksigen yang tersedia tidak akan dimanfaatkan dan dikeluarkan, sehingga daya mesin akan rendah.

## 2.8 Terjadinya Pembakaran di Dalam Silinder

Menurut Van Maanen (1990), bahan bakar motor diesel harus dicampur dengan waktu yang cepat dengan udara tekanan tinggi sebelum pembakaran. Campuran terbentuk akan menyala akibat suhu akhir kompresi yang tinggi ( $900^{\circ}\text{K}$  atau sama dengan  $627^{\circ}\text{C}$ ). Pada mesin induk pembakaran terjadi dikarenakan oleh bahan bakar minyak yang disemprotkan berupa kabut ke dalam silinder yang bercampur dengan udara bersuhu tinggi. Dalam hal ini kecepatan pembakaran tergantung pada baik buruknya pencampuran antara udara dengan bahan bakar. Oleh karena itu maka bahan bakar harus dikabutkan sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung cepat. Adapun prinsip dari pengabutan adalah menekan bahan bakar pada *nozzle*. Semakin baik pengabutan bahan bakar, maka akan semakin sempurna pembakarannya. Dalam ruang pembakaran selain terjadi suhu yang tinggi, juga akan terjadi tekanan maksimum akibat pembakaran. Dengan demikian silinder juga dibebani secara mekanis, apabila campuran bahan bakar dengan udara tidak seimbang maka proses pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna.

Bahan bakar dengan bantuan pompa tekanan tinggi dipompakan pada saat tepat ke katup bahan bakar yang dilengkapi dengan pengabut. Pada waktu dimulai dengan langkah tekan maka bahan bakar mula-mula akan dikompimir dalam silinder pompa dan pada saluran penghubung antara pompa dengan pengabut sehingga mencapai tekanan penyemprotan yang diisyaratkan dan kemudian akan berlangsung penyemprotan dan pengabutan. Antara saat langkah tekanan pompa dan saat awal penyemprotan terdapat suatu periode perlambatan yang disebut dengan perlambatan penyemprotan. Lama waktu kelambatan tersebut tergantung dari konstruksi dan volume bahan bakar dalam pompa.

Menurut Maleev (1991), jika tekanan pengapian di dalam silinder rendah dan suhu gas buang tinggi, maka ini disebabkan karena pengaturan waktu injeksi yang terlambat dan *nozzle injector* yang kotor atau bocor serta tekanan balik yang tinggi.

Menurut Van Maanen (1990), secara teoritis sekitar 14,0–14,5 kg udara diperlukan untuk pembakaran 1 kg minyak bahan bakar. Tetapi dalam hal ini sebagian partikel dari oksigen yang tercampur nitrogen dan hasil pembakaran tidak mampu berperan serta dalam proses pembakaran karena singkatnya waktu yang dibutuhkan. Sejumlah carbon monoksida kemudian akan berbentuk atau partikel carbon tetap belum terbakar. Maka untuk menjamin pembakaran yang sempurna dan untuk menghindari rugi panas karena pembakaran monoksida harus terdapat kelebihan udara dalam silinder. Perbandingan berat udara yang ada terdapat berat bahan bakar yang diinjeksikan selama tiap langkah daya disebut perbandingan udara bahan bakar.

Perbandingan ini merupakan faktor yang sangat penting dalam operasi motor bakar. Dengan meningkatnya beban akan lebih banyak bahan bakar yang diinjeksikan, tetapi jumlah udara dalam silinder praktis akan tetap konstan, sehingga perbandingan bahan bakar menurun. Meskipun mesin dibebani penuh perbandingan bahan bakar antara 25-30% lebih besar dari pada 14,5 kg. Jadi harus banyak kelebihan udara di atas minimum yang diperlukan untuk pembakaran sempurna dalam silinder. Agar supaya bahan bakar dapat dimasukkan ke dalam silinder dengan cara cepat, diperlukan suatu mekanisme yang amat teliti dan dapat dipercaya. Mekanisme tersebut terdiri dari sebuah pompa bahan bakar tekanan tinggi yang pada umumnya selalu digerakkan oleh sebuah nok yang ditempatkan pada sebuah poros nok sebuah saluran bahan bakar tekanan tinggi dan sebuah katup bahan bakar dengan pengabut yang ditempatkan pada tutup silinder. Menurut Van Maanen (1990), tugas pompa bahan bakar adalah :

1. Dengan cepat meningkatkan tekanan bahan bakar tanpa menimbulkan kebocoran.
2. Menekan bahan bakar dengan jumlah tepat ke pengabut jumlah tersebut harus diatur secara kontinu dari 0 hingga maksimal.
3. Penyerahan bahan bakar harus dapat dilaksanakan pada saat yang tepat dan dapat dilaksanakan pada jangka waktu yang diinginkan. Untuk pengabutan yang baik dari bahan bakar diperlukan kecepatan penyemprotan tinggi. Hal tersebut dicapai dengan tekanan pengabutan tinggi (hingga 1000 bar).

Menurut Van Maanen (1990), tekanan penyemprotan tersebut dapat ditingkatkan tanpa guna, bila kekentalan atau *viscosity* bahan bakar terlalu tinggi. Viskositas bahan bakar diesel pada suhu sekitar normal cukup rendah, bahan bakar berat harus dipanasi untuk mendapatkan viskositas penyemprotan yang disyaratkan sebesar 15 sampai 25 mm<sup>2</sup>/detik. Mengingat lama waktu penyemprotan yang pendek dinyatakan dengan derajat engkol, maka sebuah pompa bahan bakar yang digerakkan oleh sebuah nok selalu dipergunakan. Konstruksi pompa selanjutnya tergantung dari metode yang dipilih dari pengaturan hasil. Dalam hal ini dibedakan :

1. Pompa dengan pengaturan katup.
2. Pompa dengan pengaturan plunyer.

Bahan bakar yang disalurkan oleh pompa bahan bakar dengan jumlah tepat dan pada saat tepat harus dimasukkan ke dalam silinder melalui sebuah atau lebih pengabut. Bila konstruksi dari tutup silinder dimungkinkan, maka pada penyemprotan langsung dari bahan bakar dalam ruang pembakaran utama. Tempat tersebut merupakan tempat terbaik untuk membagi dengan rata bahan bakar yang telah dikabutkan. Pembagian tersebut sangat penting pada motor putaran rendah dengan gerakan udara relatif kecil. Pada motor yang dilengkapi dengan sebuah katup buang tunggal, dipasang pembukaan ulang dari jarum pengabut, sehingga akibat gelombang tekanan balik dari pompa tidak dimungkinkan lagi.

Menurut Van Maanen (1990), suatu kerugian dari metode tersebut adalah bahwa pada hasil pompa yang sedikit, jadi pada beban motor rendah tekanan penyemprotan maksimal berkurang dengan cepat, tekanan sisa akan berada di bawah tekanan gas/uap dari bahan bakar. Akibatnya pembentukan gelombang gas di dalam saluran bahan bakar, hal tersebut akan mengakibatkan kelambatan penyemprotan yang besar dalam langkah tekanan pompa yang berikutnya. Bahan bakar yang diterima di atas kapal pada umumnya banyak mengandung kotoran berupa zat padat dan zat cair. Jika tanpa pembersih bahan bakar yang kotor akan mengakibatkan rusaknya alat pengabut (*injector*) terutama dari *nozzle* dan alat lainnya.