

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mesin Diesel

Mesin diesel adalah salah satu mesin penggerak kapal yang paling banyak digunakan oleh pengguna jasa transportasi laut. Instalasi mesin diesel terdiri dari berbagai sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan power atau daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat bergerak maju atau mundur, kapal niaga pada umumnya menggunakan motor diesel sebagai mesin penggerak utamanya. Mesin diesel adalah pesawat pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) karena di dalam mendapatkan energi potensial (kalor) dan cara kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang terjadi didalam *silinder* mesin sebagai mesin induk di kapal, mesin diesel lebih banyak digunakan dibandingkan jenis mesin induk kapal lainnya karena kelebihanannya yaitu konsumsi bahan bakar lebih hemat dan lebih mudah dalam mengoperasikannya, selain itu mesin diesel dibuat dengan konstruksi lebih kuat (**Faulina K,2020**).

2.2 Pengertian *Injector*

Injector adalah suatu alat yang menjadikan bahan bakar menjadi bakar dengan tekanan 220kg/cm² (**George,1995:224**). Adapun proses pengabutan yang dilakukan oleh *injector* ialah dengan cara pompa bahan bakar atau dikenal dengan *bosch pump* bekerja oleh gerakan *camshaft*, kemudian bahan bakar ditekan oleh *bosch pump* hingga tekanan 220kg/cm² bahkan bisa lebih karena setiap type/merk mesin berbeda tekanan, sehingga menekan *spring* pada *injector* kemudian bahan bakar masuk ke *injector* dan mengangkat *spindle* atau jarum *nozzle* sehingga bahan bakar masuk kedalam lubang-lubang dan diteruskan kedalam *silinder* dalam bentuk atom-atom. Proses pembakaran yang sempurna di dalam *silinder* dilihat dari sisi *injector* tergantung syarat-syarat sebagai berikut :

- 1) Derajat pengabutan bahan bakar.
- 2) Suhu yang cukup tinggi untuk memperoleh pembakaran yang

sempurna dari campuran bahan bakar dengan udara.

- 3) Kecepatan relatif yang tinggi antara partikel bahan bakar dengan udara.
- 4) Pencampuran yang baik antara partikel bahan bakar dengan udara.

2.3 Engine Injector Type MAN B&W 5 L35 MC



Sumber: Dokumen Penulis di kapal KM Tanto Abadi

Gambar 1 Injector Complete

Komponen – komponen *injector*:

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.



Sumber: <https://m.indonesian.alibaba.com/p-detail/High-quality-ship-diesel-engine-fuel>

Gambar 2 Nozzle needle

2. *Nozzle* (Mulut Pengabut)

Mulut pengabut berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar ke dalam 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 injeksi bahan bakar mendesak jika penyemprotan harus dimulai dan pompa berhenti jika penyemprotan harus berakhir.



Sumber: <https://m.indonesian.alibaba.com/p-detail/High-quality-ship-diesel>

Gambar 3 *Nozzle injector*

3. *Adjusting Screw* (Baut Penyetel)

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



Sumber: Dokumen Penulis di Kapal KM. Tanto Abadi

Gambar 4 *Adjusting Screw Injector*

4. *Nozzle Holder*

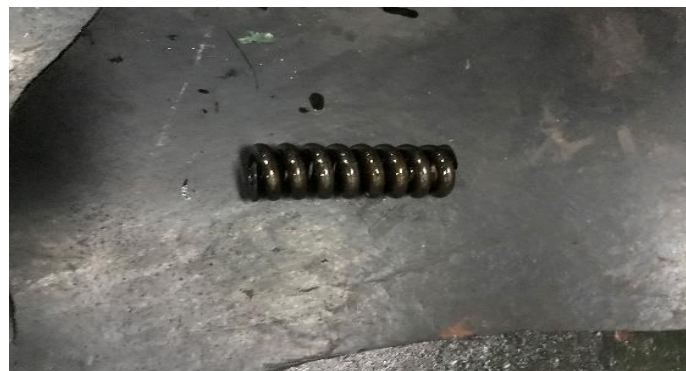
Nozzle holder merupakan salah satu komponen *injector nozzle* yang memiliki fungsi sebagai saluran yang menghubungkan antara *injector* dengan pipa tekanan tinggi. *Nozzle holder* memiliki ulir yang digunakan untuk menghubungkan dengan pipa tekanan tinggi yang dilengkapi dengan mur.



Sumber: <https://www.google.com/ur>
Gambar 5 Nozzle Holder

5. *Pressure Spring*

Pressure spring merupakan salah satu komponen *injector nozzle* yang memiliki fungsi untuk mengembalikan tekanan penginjeksian ketika proses penginjeksian sudah selesai. *Pressure spring* akan menekan *nozzle needle* agar kembali menutup saluran sehingga bahan bakar tidak ada yang mengalir ketika proses penginjeksian selesai.



Sumber: Dokumen Penulis di Kapal KM. Tanto Abadi
Gambar 6 pressure Spring (pegas)

6. *Pressure Spindle*

Pressure spindle merupakan salah satu komponen *injector nozzle* yang memiliki fungsi untuk meneruskan tekanan. *Pressure spindle* akan meneruskan tekanan dari bahan bakar untuk mendorong *pressure spring* sehingga *nozzle needle* dapat terbuka untuk menyalurkan bahan bakar ketika proses penginjeksian terjadi.



Sumber : Gumoto, 2015

Gambar 7 *pressure spindle*

7. *Distance Piece*

Distance piece merupakan salah satu komponen *injector nozzle* yang memiliki fungsi sebagai saluran dan penghubung *nozzle* dengan *injector holder* serta untuk menyalurkan bahan bakar bertekanan ke *nozzle body*.



Sumber: Gumoto, 2015

Gambar 8 *Distance Piece*

8. *Retaining Nut*

Retaining nut merupakan salah satu komponen injektor *nozzle* yang memiliki fungsi sebagai rumah berbagai komponen injektor *nozzle* pada bagian bawah. Oleh karena itu *retaining nut* juga akan melindungi berbagai komponen injektor *nozzle* dari kerusakan. *Retaining nut* akan dihubungkan dengan *nozzle holder* melalui ulir sehingga keduanya akan menjadi rumah dari berbagai komponen injektor lainnya.



Sumber: Gumoto, 2015

Gambar 9 *Retaining Nut*

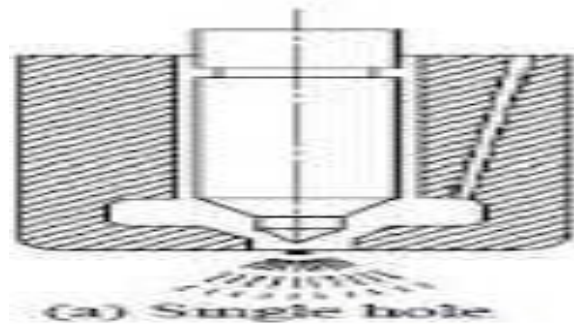
2.4 Jenis-Jenis *Injector*

Untuk menyempurnakan fungsi *injector*, maka pembuat (*maker*) mendesain ada beberapa jenis *injector* berdasarkan jenis mesin diesel dan konstruksinya. Jenis-jenis atau tipe umum yang banyak digunakan pada mesin diesel saat ini yaitu :

1. *Injector nozzle berlubang tunggal (Single Hole)*

Injector nozzle berlubang tunggal merupakan *injector* yang hanya memiliki satu lubang injeksi saja. Sudut injeksi pada *injector nozzle* tipe ini berkisar antara 4–15° sehingga pengabutan bahan bakar yang dihasilkan tidak terlalu halus. Oleh karenanya, *injector nozzle* tipe *single hole* ini umum digunakan pada mesin diesel yang ruang bakarnya bisa menghasilkan pusaran udara agar proses pencampuran udara dengan butiran bahan bakar bisa lebih *homogen* dan merata. *Nozzle* berlubang tunggal macam ini juga baik karena pembukaan lubang *nozzle* yang luas

dan besar untuk mesin - mesin putaran tinggi (*high speed*) ukuran kecil, karena akan mengurangi gangguan karena buntunya lubang *nozzle*.

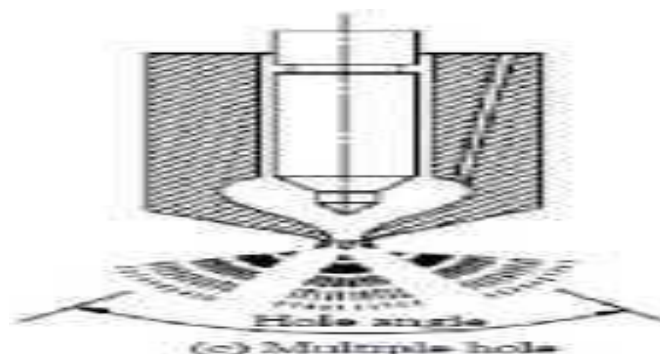


Sumber: <https://www.teknik-otomotif/?sa=i&url>

Gambar 10 *Injector tipe nozzle* berlubang tunggal

2. *Injector nozzle* berlubang banyak (*Multiple Hole*)

Injector nozzle berlubang banyak merupakan *injector* yang pada ujung *nozzle* nya memiliki lubang injeksi lebih dari satu. *Nozzle* tipe ini bahan bakar berbentuk kabut langsung yang disemprotkan kedalam ruang bakar. *Injector nozzle* tipe ini paling banyak digunakan pada mesin diesel jenis injeksi langsung (*direct injection*), dimana diperlukan penyemprotan bahan bakar meluas ke semua bagian-bagian ruang bakar yang dangkal. Pembukaan lubang semprotan mempunyai diameter 0.006-0.033 inch dan jumlahnya ada 8 lubang. Di mesin bantu kapal KM. Tanto Abadi tempat penulis melaksanakan praktek darat menggunakan *injector* jenis lubang banyak (*multiple hole*) ini.

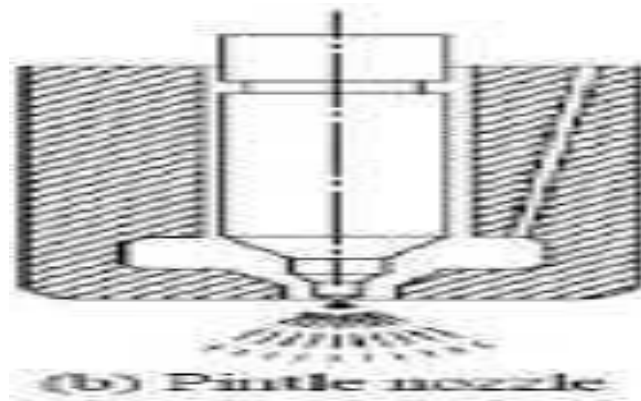


Sumber: <https://www.teknik-mesin.com/url?sa=i&url=>

Gambar 11 *Injector tipe nozzle* berlubang banyak

3. *Injector nozzle jenis Pin (Pintle Type)*

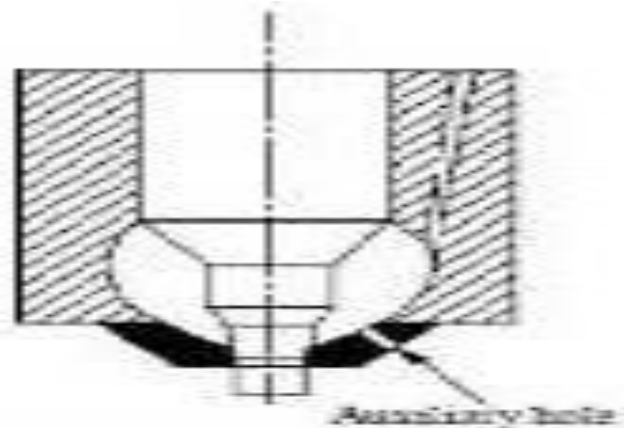
Injector nozzle jenis pintle ini merupakan *injector* yang ujung *nozzle* nya mempunyai batang atau pena yang disebut dengan “*pintle*” yang bentuknya disesuaikan bentuk semprotan yang diinginkan. *Pintle* terpasang pada lubang *nozzle*, membentuk ruang berlingkar dimana bahan bakar mengalir. Dengan pembentukan pena yang cocok, akan diperoleh semprotan bahan bakar yang tertinggi ataupun semprotan bahan bakar berbentuk konis yang berongga dengan sudut 60° . *Nozzle* jenis *pintle* ini bekerja secara seragam dan teliti, gerakannya akan mencegah pembentukan kerak karbon pada ujung *nozzle*. Pemasangan katup-katup *nozzle*, katup jarum dan badan *nozzle* yang mengatur jalannya bahan bakar biasanya dibuat dari baja campuran yang diolah dengan pemanasan untuk mengurangi keausan katup-katup dan saluran bahan bakar dipasangkan bersama-sama untuk mendapatkan pemasangan betul-betul dan tepat, dan karenanya pemasangan ini tidak dapat ditukar-tukarkan. *Injector nozzle* jenis ini lebih banyak digunakan pada mesin diesel jenis *Indirect Injection* yang memiliki ruang antar muka (*pre-combustion chamber*).



Sumber: <https://www.google.com/url?sa=i&urltK>
Gambar 12 *Injector tipe nozzle jenis Pin*

4. *Injector nozzle jenis Throttle (Throttle Type)*

Injector nozzle jenis *throttle* ini bentuknya mirip dengan *injector nozzle* jenis pin, namun pada bagian ujung *nozzle* bentuknya tidak meruncing melainkan melebar sehingga memberikan karakteristik kerja dimana jumlah bahan bakar di awal injeksi sedikit dan pada akhir waktu injeksi jumlahnya akan bertambah banyak. Seperti pada gambar nomor 13 dibawah ini.



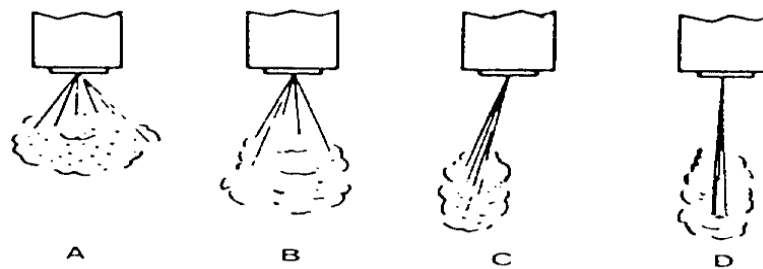
Sumber: <https://www.google.com/url?sa=i&url=>

Gambar 13 *Injector* tipe *nozzle* jenis *Throttle*

2.5 Metode Penyemprotan Bahan Bakar

Mesin diesel saat ini menggunakan tekanan sangat tinggi dengan pompa mekanik dan menekan bahan bakar dengan *injector* tanpa udara bertekanan. Mesin induk di kapal KM. Tanto Abadi menggunakan pompa injeksi bahan bakar tipe konvensional dan cara kerjanya secara distributor (*rotary*). Bahan bakar dengan tekanan tinggi disemprotkan ke dalam ruang pembakaran yang tidak dibagi. Tergantung dari pembuatan ruang pembakaran maka untuk keperluan tersebut dipergunakan satu hingga tiga buah pengabut berlubang banyak. Sistem penyemprotan langsung diterapkan pada seluruh motor putaran rendah dan putaran menengah dan pada sebagian besar dari motor putaran tinggi.

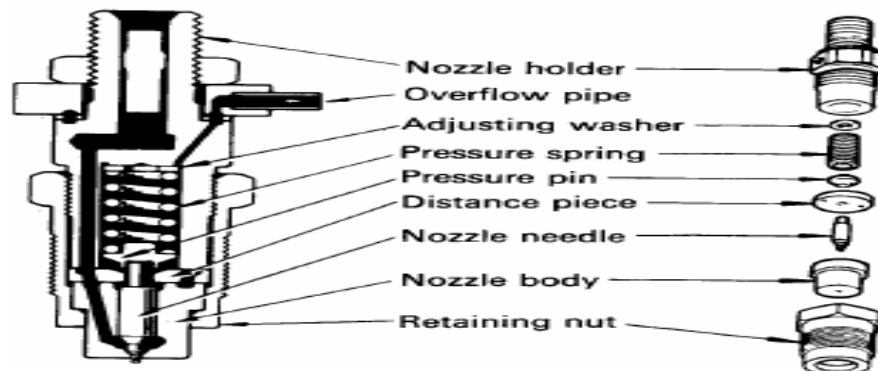
Hasil penyemprotan bahan bakar yang baik yang keluar dari *injector* adalah yang memiliki hasil kabutan atau atomisasi yang kecil yang merata dan juga daya penetrasi atau penyebaran yang baik. Atomisasi diperlukan agar diperoleh hasil kabutan yang homogen, maksud dari homogen adalah butiran-butiran bahan bakar yang telah menjadi kabut tersebut berukuran sangat kecil menyerupai fase gas seperti udara yang mengandung *oksigen* yang digunakan sebagai pengoksidasi dalam proses pembakaran di ruang bakar dan memiliki ukuran yang seragam. Bentuk kabutan yang keluar dari *injector* ditunjukkan pada Gambar 14. Di bawah ini, hasil yang baik adalah gambar yang paling kanan yang memiliki daya penetrasi yang baik dan juga homogenitas kabutan yang baik.



Sumber: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2F>

Gambar 14 Bentuk hasil kabutan bahan bakar dari *injector*

2.6 Gambar Komponen-Komponen Injector Dan Cara Kerja *Injector*



Sumber: <https://www.teknikmsin.com/encrypted-tbn0.gstatic.com/image?>

Gambar 15 Komponen-Komponen Pada *Injector*



Sumber: Dokumen penulis di kapal KM.Tanto Abadi

Gambar 16 *Injector* Cadangan Setelah Dites Ulang di Kapal KM. Tanto Abadi

Proses cara kerja *injector* sebagai berikut:

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* menyembrotkan 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* (Rinasa A.A,2021).

Sedangkan dari segi pemakaian dan posisi *injector* terdiri dari *injector* tidak langsung (*precombustion chamber*) dan *injector* langsung (*direct injection*). Kedua jenis *injector* ini sering digunakan, karena keduanya memiliki kekurangan serta kelebihan masing-masing. Adapun perbedaan antara *injector* langsung dan tidak langsung adalah :

1. *Injector* jenis tidak langsung (*precombustion chamber*)

Pada sistem ini bahan bakar tidak langsung dikabutkan 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.

2. *Injector* langsung (*direct injection*)

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

Prosedur pengabutan bahan bakar pada *injector* ini diperlukan agar terjadi proses pembakaran yang sempurna dalam *silinder*, pembakaran diberikan melalui panas yang dihasilkan oleh pemampatan udara luar namun nyala api tidak akan terjadi tanpa adanya penambahan *oksigen*. Sehingga terjadinya pembakaran di dalam ruang bakar karena adanya segi tiga api yaitu, udara, bahan bakar, api.

Pemeriksaan serta penyetelan *injector* sangat erat sekali hubungannya dengan sempurna atau tidaknya pembakaran karena menyangkut hubungan dengan homogenisasi campuran bahan bakar dan udara. Pembongkaran dan penyetelan *injector* pada *tester* kemudian jepit *injector* pada ragum dengan alas penjepit aluminium dan bongkar bagian-bagian *injector* (Afrianto,D.1999).