

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

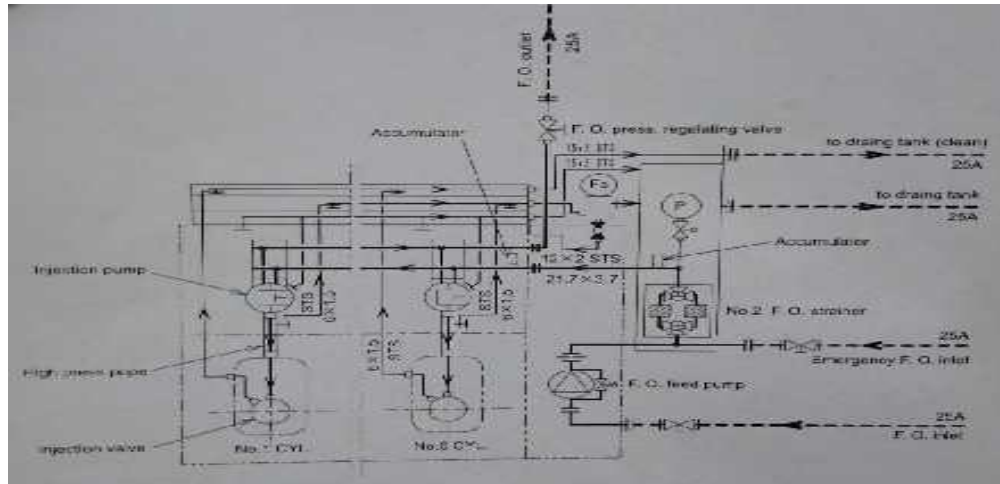
2.1 Pengertian Mesin Diesel

Motor bakar diesel biasa disebut juga dengan mesin diesel atau mesin pemacu kompresi adalah suatu motor bakar yang pada langkah pertama menghisap udara murni dari saringan udara, sedangkan pemasukan bahan bakar dilakukan pada akhir langkah kompresi yang mempunyai tekanan tinggi dan menghasilkan suhu yang mampu menyalakan bahan bakar. Kondisi pembakaran motor diesel sangat tergantung dari kondisi pengaliran bahan bakar. Untuk mencapai pembakaran yang sempurna maka pengaliran bahan bakar pada saat mengalirkan bahan bakar harus bertekanan tinggi yaitu $380 - 400 \text{ kg/cm}^2$ dan dalam waktu singkat dengan memakai pompa bahan bakar tekanan tinggi (*Bosch Pump*). Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam maupun pembakaran luar lainnya, karena memiliki rasio kompresi yang sangat tinggi.

2.2 Pengertian *Injector*

Injector adalah salah satu komponen utama dalam sistem bahan bakar diesel. *Injector* berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar diesel dari *fuel injection pump* ke dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi dimana torak (*piston*) mendekati posisi TMA. *Injector* dirancang untuk menerima tekanan bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan, tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran didalam silinder. Tekanan *injector* di MV. Tanto Harmoni untuk mesin induk antara $380 - 400 \text{ kg/cm}^2$. Bahan bakar bertekanan tinggi dalam bentuk kabut melalui *injector* ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya dan secara *continuous* dan teratur sesuai mekanisme katup atau *firing order* yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja sehingga setelah sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu dimana kondisi pengaliran yang sempurna maka *injector* yang dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk menutup atau

membuka saluran *injector* ini, sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut akan dialirkan kembali kebagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (*overflow*)



Gambar 1 Sistem sirkulasi bahan bakar mesin induk

Sumber : *Manual book Akasaka A-41*

2.3 Engine Injector Type AKASAKA A-41



Gambar 2 Injector Complete di kapal MV. Tanto Harmoni

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.



Gambar 3 *Nozzle needle*

Sumber: <https://m.indonesian.alibaba.com/p-detail/High-quality-ship-diesel-engine-fuel-518030424.html?language=indonesian&redirect=1>

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 injeksi bahan bakar mendesak jika penyemprotan harus dimulai dan pompa berhenti jika penyemprotan harus berakhir.



Gambar 4 *Nozzle injector*

Sumber: <https://m.indonesian.alibaba.com/p-detail/High-quality-ship-diesel-engine-fuel-518030424.html?language=indonesian&redirect=1>

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*.



Gambar 5 *Adjusting Screw Injector* di Kapal MV. Tanto Harmoni

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.



Gambar 6 *Nozzle Holder*

Sumber: <https://id.aliexpress.com/item/33008943640.html>

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.



Gambar 7 *pressure Spring* di Kapal MV. Tanto Harmoni

6. *Pressure Pin*

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



Gambar 8 *pressure pin*

Sumber : Gumoto, 2015

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*.



Gambar 9 *Distance Piece*

Sumber : Gumoto, 2015

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 *injector nozzle* dari kerusakan. *Retaining nut* akan dihubungkan dengan *nozzle holder* melalui ulir sehingga keduanya akan menjadi rumah dari berbagai komponen *injector* lainnya.



Gambar 10 *Retaining Nut*

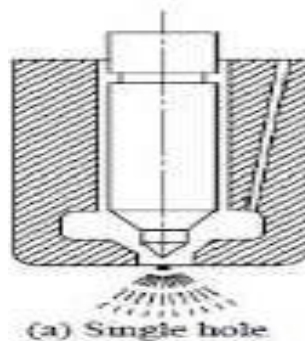
Sumber: Gumoto, 2015

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 $4-15^{\circ}$ 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*.



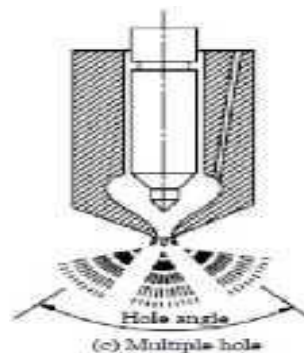
Gambar 11 *Injector tipe nozzle* berlubang tunggal

Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com>

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 induk kapal MV. Tanto Harmoni tempat penulis melaksanakan praktek darat merk AKASAKA A41 menggunakan *injector* jenis lubang banyak (*multiple hole*) ini.



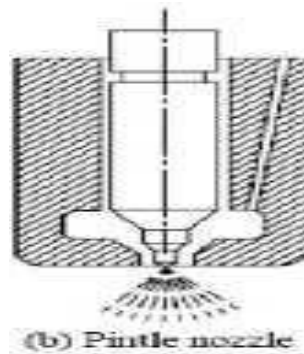
Gambar 12 *Injector tipe nozzle berlubang banyak*

Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com>

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*).

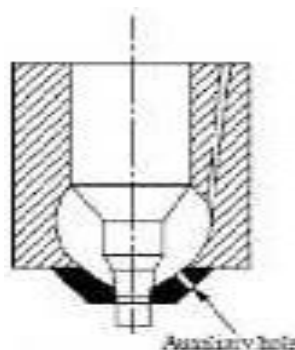


Gambar 13 *Injector tipe nozzle jenis Pin*

Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com>

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 15 dibawah ini.



Gambar 14 *Injector tipe nozzle jenis Throttle*

Sumber: <https://www.teknik-otomotif.com>

2.5 Metode Penyemprotan Bahan Bakar

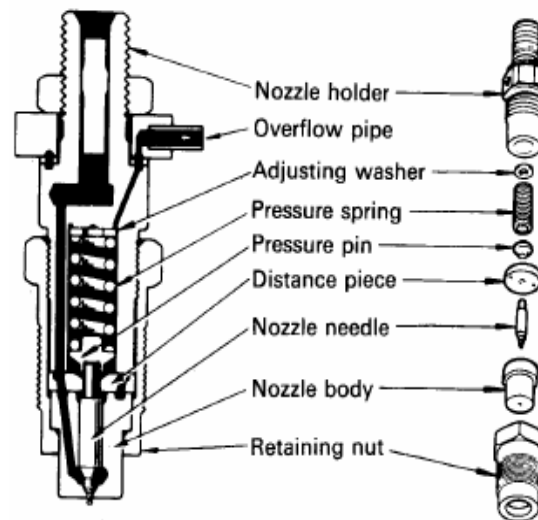
Mesin diesel saat ini menggunakan tekanan sangat tinggi dengan pompa mekanik dan menekan bahan bakar dengan *injector* tanpa udara bertekanan. Mesin induk di kapal MV. Tanto Harmoni menggunakan pompa injeksi bahan bakar tipe konvensional dan cara kerjanya secara distributor (*rotary*). Bahan bakar dengan 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.

Agar bahan bakar dapat dimasukkan ke dalam silinder dengan cara tepat, diperlukan suatu mekanisme yang sangat teliti dan dapat dipercaya. Mekanisme tersebut terdiri dari setiap silinder, sebuah pompa bahan bakar tekanan tinggi yang ada pada umumnya selalu digerakkan dengan nok, sebuah saluran atau pipa bahan bakar tekanan tinggi, dan sebuah katup bahan bakar dengan pengabut (*injector*) yang ditempatkan pada kepala silinder.



Gambar 15 Pompa Injeksi Tipe Konvensional di Kapal MV. Tanto Harmoni

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



Gambar 16 Komponen-Komponen Pada *Injector*

Sumber: <http://saputranett.blogspot.com/2013/05/injection-nozzle-mesin-diesel.html>



Gambar 17 *Injector* Cadangan Setelah Dites Ulang di Kapal MV. Tato Harmoni

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*.

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 injektor langsung dan tidak langsung adalah :

1. Injektor 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. Injeksi langsung (*direct injection*)

Injeksi 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.

Di kapal MV. Tanto Harmoni dengan mesin induk Akasaka A41 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*) adalah :

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, sedangkan *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