

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Simulator

Simulator merupakan suatu alat yang digunakan sebagai media pembelajaran yang mempunyai bentuk dan fungsi sama seperti alat atau unit yang aslinya. Penggunaan alat simulator sebagai sarana pembelajaran merupakan salah satu metode pembelajaran yang sangat baik guna mengetahui komponen, fungsi, dan cara kerja dari alat atau unit tersebut.

Dalam pencapaian untuk mengalihkan pengetahuan tersebut diperlukan suatu komunikasi yang baik antara dosen dan mahasiswa. Rancangan pembelajaran yang disusun dosen hendaklah dapat menarik perhatian dari mahasiswa, sehingga pembelajaran efektif dan efisien dan hasilnya bisa optimal. Metode yang sering digunakan dosen dalam mengajar yakni metode mengajar ceramah, metode ini tergolong metode konvensional karena persiapannya paling mudah, fleksibel tanpa memerlukan persiapan lainnya. Menurut Sriyono (1992: 299) metode ceramah adalah penuturan dan penjelasan dosen secara lisan. Bahwasanya dalam pelaksanaan pembelajarannya dosen dapat menggunakan alat bantu mengajar untuk memperjelas uraian yang disampaikan kepada mahasiswanya. Namun pembelajaran akan kurang efektif jika hanya dilakukan dengan metode ceramah saja, karena mahasiswa pada saat mengikuti proses belajar hanya menjadi pendengar ceramah dosen tanpa mengalami dan melakukan sendiri apa yang diinformasikan dosen. Hasilnya mahasiswa akan menjadi pasif, tidak

mendapatkan pengalaman, keterampilan, dan kesan yang kuat dari pembelajaran, sehingga ketika mahasiswa melaksanakan perkuliahan praktek mahasiswa masih bingung dengan apa yang akan dilakukan karena tidak mengetahui dengan jelas nama-nama dan fungsi komponen yang akan ditemuinya saat melaksanakan praktek. Mahasiswa hanya mampu menghafal informasi dosen karena mahasiswa tidak berperan sebagai pelaku aktif dalam proses belajar mengajar.

Nana Sudjana (1989: 9) menegaskan bahwa pengajaran akan lebih efektif apabila objek dan kejadian yang menjadi bahan pengajaran dapat divisualkan secara realistik menyerupai keadaan sebenarnya, namun tidak berarti bahwa alat peraga itu harus menyerupai keadaan yang sebenarnya. Fungsi alat peraga bagi dosen bukan hanya alat bantu dosen dalam menyampaikan materi, namun juga merupakan alat pembawa informasi yang dibutuhkan mahasiswa untuk mengenal komponen yang riil sesuai dengan materi pelajaran yang disampaikan oleh dosen saat perkuliahan berlangsung.

1. Definisi Simulator

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) **simulator**/*si-mu-la-tor/* *n* adalah program yang berfungsi untuk menyimulasikan suatu peralatan, tetapi kerjanya agak lambat daripada keadaan yang sebenarnya; alat untuk melakukan simulasi; alat yang dapat menyimulasikan.

Simulator dalam Depdiknas (2008: 1068) adalah program yang berfungsi untuk menyimpulkan suatu peralatan, tetapi kerjanya agak lambat

daripada keadaan yang sebenarnya. Simulator juga dapat diartikan sebagai simulasi atau objek fisik-benda nyata. Simulasi dalam Depdiknas (2005: 1068) adalah metode pelatihan yang meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan sesungguhnya. Bambang Sridadi (2009: 65) mengemukakan bahwa simulasi adalah proses implementasi model menjadi program komputer (*software*) atau rangkaian elektronik dan mengeksekusi *software* tersebut sedemikian rupa sehingga perilakunya menirukan atau menyerupai sistem nyata (realitas) tertentu untuk tujuan mempelajari perilaku (*behaviour*) sistem, pelatihan (*training*), atau permainan yang melibatkan sistem nyata (realitas). Arief S. Sadiman (2010: 76-77) berpendapat tentang simulasi yang merupakan suatu model hasil penyederhanaan suatu realitas. Selain harus mencerminkan situasi yang sebenarnya, simulasi harus bersifat operasional, artinya simulasi menggambarkan proses yang sedang berlangsung. Simulasi dapat bersifat fisik (misalnya simulasi ruangan pengemudi pesawat terbang), verbal (misalnya simulasi untuk pelajaran membaca permulaan), ataupun matematis (untuk mengajarkan sistem ekonomi). Anderson (1987: 181) berpendapat tentang pengaruh objek fisik atau benda nyata digunakan dalam pendidikan akan memberikan rangsangan yang amat penting bagi mahasiswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotorik.

Berdasarkan pendapat diatas dapat disimpulkan simulator merupakan suatu alat atau media tambahan mirip dengan aslinya, yang kegunaannya

dalam pendidikan adalah membantu seorang pendidik dalam menyampaikan suatu pengetahuan kepada peserta didik baik dijadikan materi maupun replika penggunaan suatu alat yang skalanya lebih besar.

2. Tujuan *Simulator*

Menurut Floyd Jerome Gould (1993), tujuan *simulator* sebagai alat bantu mempelajari suatu sistem, adalah sebagai berikut :

- a. Mempelajari tingkah laku sistem.
- b. Mengembangkan pengertian mengenai bagian-bagian dari sebuah system secara keseluruhan.
- c. Meningkatkan efisiensi proses komunikasi.
- d. Menjaga relevansi antara materi pembelajaran dengan tujuan pembelajaran.
- e. Membantu konsentrasi dalam proses komunikasi.
- f. Hiburan.

3. Manfaat *Simulator*

Menurut Floyd Jerome Gould (1993), mengatakan bahwa manfaat *Simulator* sebagai berikut ;

- a. Model yang rumit dengan banyak variable dan komponen yang saling berinteraksi. Maka dari itu *simulator* mempunyai manfaat untuk mempermudah dalam mempelajari sebuah alat dan menarik perhatian pembelajar.
- b. Bahan untuk menyampaikan sebuah informasi akan lebih jelas maknanya, sehingga dapat lebih dipahami oleh pembelajar, serta

memungkinkan pembelajar menguasai tujuan pengajaran dengan baik.

- c. Metode penyampaian informasi yang lebih bervariasi, tidak semata-mata hanya komunikasi verbal melalui pengutaraan kata-kata lisan pengajar, pembelajar tidak bosan dan pengajar tidak kehabisan tenaga.
- d. Pembelajar lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan penjelasan dari pengajar saja, tetapi juga aktivitas lain yang dilakukan seperti: mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, dan lain-lain.

4. Fungsi *Simulator*

Menurut Floyd Jerome Gould (1993), fungsi Simulator dalam proses komunikasi adalah :

- a. Memperjelas penyajian pesan agar tidak bersifat verbalistik.
- b. Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indra.
- c. Menghilangkan sikap pasif pada subyek belajar.
- d. Membangkitkan motivasi pada subyek belajar.

Dari uraian diatas terkait simulator guna untuk mencapai hasil yang optimum dari proses pembelajaran di Bengkel Kelistrikan Pendidikan Otomotif Fakultas Teknik maka akan dibuat Simulator Sistem Bahan Bakar Injeksi yang mengaplikasikan model rangka dengan bahan besi balok ukuran 25 x 25 mm dan terpampang komponen – komponen dari sistem bahan bakar Injeksi mengikuti standar yang telah ditentukan dari pihak Prodi D3 Teknik

Otomotif. Hal ini bertujuan agar terdapat keseragaman antar simulator yang lainnya. Tujuan yang lain yaitu bertujuan agar memudahkan dalam aspek perawatan dan penyimpanan media pembelajaran. Adapun tempat menempatkan komponen – komponen dari Sistem Bahan Bakar Injeksi adalah menggunakan *acrylic*.

Acrylic adalah fiber dengan warna bening atau transparan yang menyerupai kaca dengan tebal yang bervariasi dan tingkat kelenturan yang sangat baik dibandingkan dengan kaca juga mempunyai karakteristik bahan yang ringan. Bahan *acrylic* ini juga mempunyai sifat isolator yang berarti penghantar listrik yang buruk. Dengan karakteristik bahan media pembelajaran berupa *acrylic* yang sudah disebutkan bahwa *acrylic* mempunyai karakteristik tingkat kelenturan yang lebih baik dari pada kaca dan dalam aspek berat bahan *acrylic* mempunyai karakteristik bahan yang ringan juga *acrylic* yang mempunyai sifat isolator sehingga dengan karakteristik tersebut menjadikan *acrylic* sebagai bahan penopang komponen– komponen sistem bahan bakar Injeksi.

B. Sistem Bahan Bakar

Sumber pencemaran udara lebih dari 75% akibat kendaraan bermotor, memperhatikan hal tersebut maka produsen kendaraan berlomba menciptakan kendaraan rendah emisi dan ekonomis dalam pemakaian bahan bakar. Aplikasi teknologi injeksi bahan bakar pada motor bensin merupakan salah satu upaya menciptakan kendaraan yang rendah emisi dan ekonomis, sehingga hampir semua kendaraan bensin mengaplikasikan teknologi ini.

1. Fungsi Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar memiliki peran penting didalam kendaraan, beberapa fungsi sistem bahan bakar antara lain :

- a. Mengabutkan bahan bakar
- b. Mencampur bahan bakar dan udara pada komposisi yang tepat sesuai dengan kondisi kerja mesin.
- c. Mengontrol jumlah campuran yang masuk kedalam silinder untuk mengontrol tenaga mesin.

2. Macam Sistem Bahan Bakar

Untuk menjalankan fungsi sistem bahan bakar saat ini terdapat 2 macam sistem bahan bakar motor bensin, yaitu :

- a. Sistem karburator
- b. Sistem injeksi bahan bakar

3. Klasifikasi Sistem Bahan Bakar

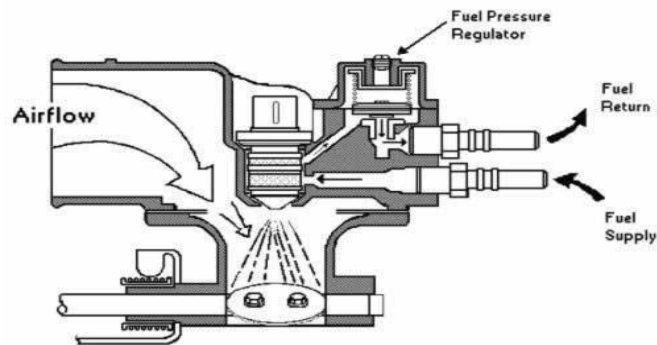
Pada kendaraan baru kebanyakan menggunakan sistem injeksi bahan bakar, sehingga sistem karburator sudah jarang digunakan.

Sistem bahan bakar sendiri dapat diklasifikasikan menjadi :

- a. Berdasarkan Lokasi Injektor

1) *Throttle Body Injection* (TBI)

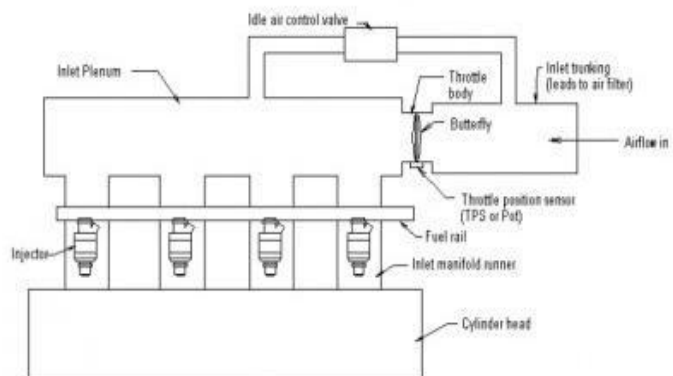
Ada tipe ini injektor berada di *thorttle body* atau *venture* dengan jumlah satu buah injektor. Sistem ini disebut pula *mono injection*. Sistem injeksi tipe ini merupakan konsep awal aplikasi sistem injeksi pada motor bensin (Moch. Solikin : 2005)



Gambar 1. Throttle Body Injection (TBI)

2) Multi Point Injection (MPI)

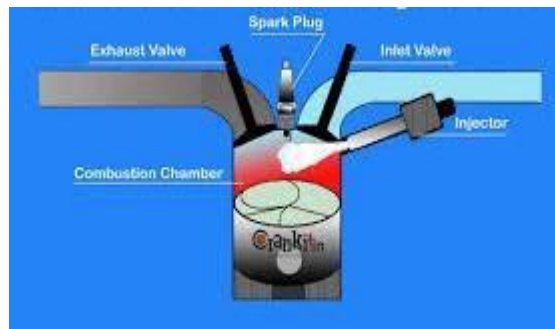
Pada tipe ini injektor dipasang pada *manifold* mengarah ke katup masuk, jumlah injektor sejumlah silinder. Pada saat ini hampir semua sistem injeksi menggunakan konsep *multi point injection* (MPI) (Moch. Solikin : 2005).



Gambar 2 . Multi Point Injection (MPI)

3) Gasoline Direct Injection (GDI)

Pada tipe ini injektor dipasang di kepala silinder, injektor menyemprotkan ke ruang bakar, banyak injektor sejumlah silinder. Sistem ini merupakan pengembangan Mitsubishi motor yang diterapkan pada mobil Mitsubishi Carisma (Moch. Solikin : 2005)



Gambar 3. Gasoline Direct Injection (GDI)

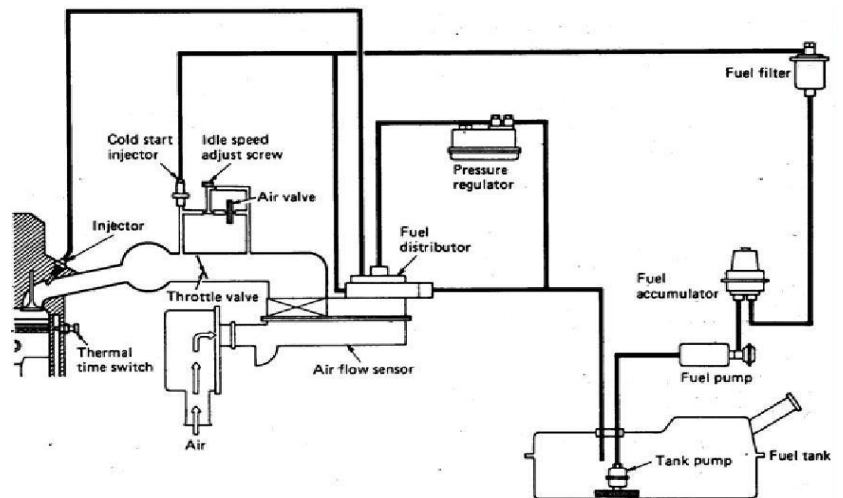
b. Berdasarkan Sistem Kontrolnya

1) Kontrol Mekanik

Sistem injeksi bahan bakar motor tipe *K Jetronic* merupakan sistem injeksi kontrol mekanik. Pada sistem ini injektor menyemprotkan bahan bakar secara terus – menerus dalam setiap saluran masuk

silinder motor. Pengontrolan jumlah bahan bakar ke saluran masuk ditakar oleh plunyer pengontrol (*control plunger*) yang terletak di distributor bahan bakar dan pengontrolan udara dilakukan oleh *air flow sensor*.

Sistem injeksi *K Jetronic* digunakan pada beberapa kendaraan Eropa tahun 1980-an, contoh : Mercedes Benz serie 280 E dan 300 E tahun 80-an.



Gambar 4. Sistem Injeksi K-Jetronic

2) Kontrol Elektronik (*Electronic Fuel Injection (EFI)*)

Sistem injeksi motor bensin dengan kontrol elektronik pada saat ini paling banyak digunakan oleh mobil buatan Jepang seperti Suzuki, Toyota, Honda, mobil buatan Eropa seperti Audi, Peugeot, Volvo, mobil buatan Amerika seperti Ford, GM, serta mobil buatan Korea seperti KIS, Hyundai, Daewoo (Moch. Solikin : 2005).

Sistem injeksi control elektronik / EFI secara umum dikelompokkan menjadi 2, yaitu :

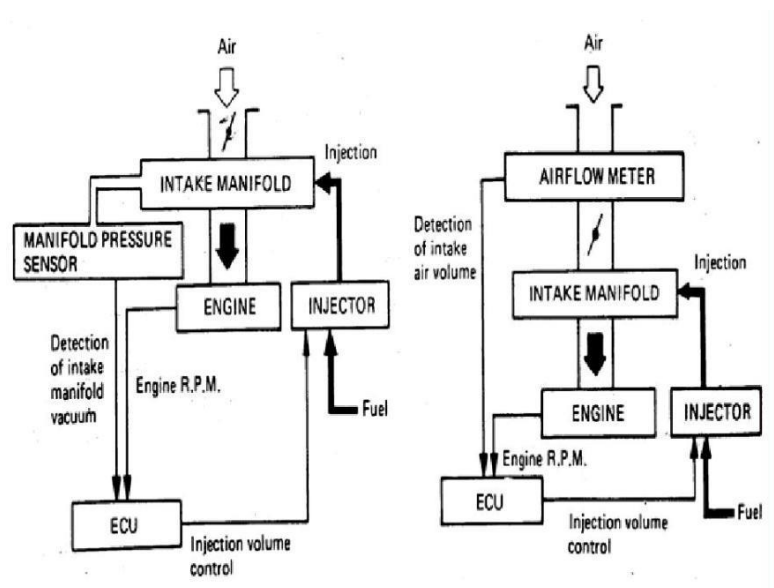
a) *L Jetronic*

Kode L berasal dari bahasa Jerman "*Luft*" yang berarti udara. Pada EFI *L Jetronic*, control injeksi dilakukan secara elektronik oleh *Electronic Control Unit (ECU)* berdasarkan jumlah udara yang masuk.

Sensor untuk mengukur jumlah udara yang masuk kedalam silinder adalah *Air Flow Meter*.

b) *D Jetronic*

Kode D berasal dari bahasa Jerman “*Drunk*” yang berarti tekanan. Pada EFI *D Jetronic*, control injeksi dilakukan secara elektronik yang dikontrol oleh *Electronic Control Unit (ECU)* berdasarkan jumlah udara yang masuk. Sensor untuk mengukur jumlah udara yang masuk kedalam silinder adalah *Manifold Absolute Pressure Sensor (MAP Sensor)*



Gambar 5. EFI D-Jetronic dan L-Jetronic

4. Kelebihan *Electronic Fuel Injection (EFI)*

Sistem EFI banyak digunakan pada kendaraan saat ini, karena sistem EFI mempunyai kelebihan dibandingkan dengan karburator,

beberapa kelebihan sistem EFI dibandingkan dengan karburator antara lain:

- a. Pengabutan bahan bakar lebih baik yang menghasilkan homogenitas campuran lebih baik
- b. Komposisi campuran sesuai dengan putaran dan beban mesin
- c. Pembakaran lebih sempurna sehingga bahan bakar lebih hemat, tenaga mesin lebih besar, emisi gas buang lebih rendah.

5. Pengelompokkan Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) Sistem EFI sendiri dikelompokkan menjadi 3, yaitu :

- a. Sistem bahan bakar (*Fuel System*)

Sistem bahan bakar berfungsi untuk mensuplai bahan bakar tekanan tinggi sehingga siap untuk diinjeksikan.

- b. Sistem induksi (*Air Induction System*)

Sistem induksi berfungsi untuk mengontrol jumlah udara yang masuk ke dalam silinder.

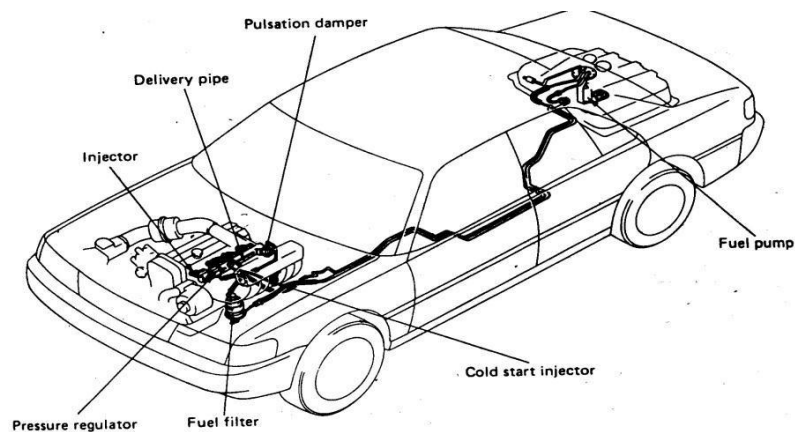
- c. Sistem kontrol elektronik (*Electronic Control System*)

Sistem kontrol elektronik berfungsi untuk mengontrol jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder berdasarkan masukan sensor yang ada.

6. Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar

Prinsip kerja sistem bahan bakar yaitu saat mesin dihidupkan (*start*) maka pompa bahan bakar (*fuel pump*) bekerja menghisap bahan

bakar dari tangki bahan bakar (*fuel tank*) dan menekan ke pipa deliveri (*delivery pipe*) dengan terlebih dahulu disaring oleh saringan bahan bakar (*fuel filter*). Bila tekanan bahan bakar melebihi batas yang ditentukan maka regulator akan membuka dan bahan bakar akan mengalir ke tangki bahan bakar melalui saluran pengembali (*return pipe*). Injektor dihubungkan ke pipa deliveri sehingga saat jarum injektor membuka maka injektor akan mengabutkan bahan bakar kearah katup hisap dan masuk kedalam silinder.

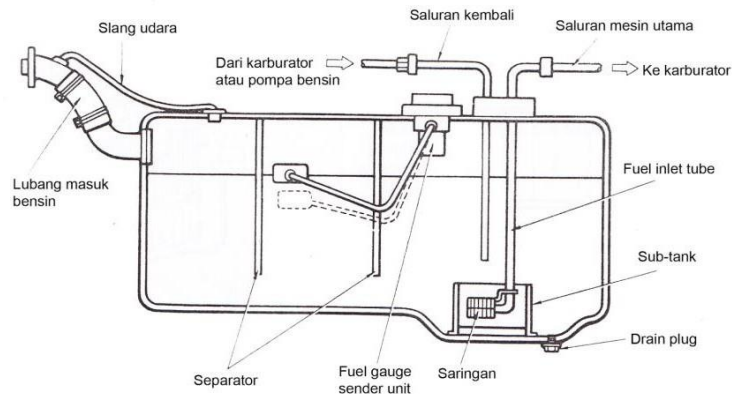


Gambar 6. Tata letak komponen sistem bahan bakar EFI

C. Komponen Sistem Bahan Bakar EFI

1. Tangki Bahan Bakar

Tangki bahan bakar berfungsi sebagai penampung bahan bakar, kapasitas tangki bahan bakar bermacam – macam sesuai dengan jenis kendaraannya.



Gambar 7. Tangki Bahan Bakar

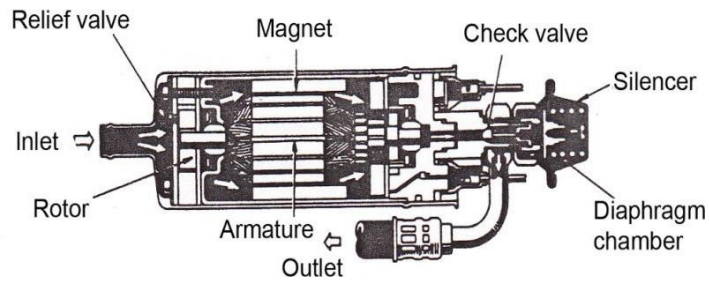
2. Pompa Bahan Bakar (*fuel pump*)

Pompa bahan bakar berfungsi untuk menghisap bahan bakar dan menekannya ke pipa deliveri. Pompa bahan bakar yang digunakan pada sistem EFI adalah pompa listrik tekanan tinggi tipe motor (gerak putar), berbeda dengan pompa listrik pada sistem karburator merupakan pompa listrik gerak bolak – balik. Pompa bahan bakar pada sistem bahan bakar EFI mempunyai 2 macam yaitu :

a. *External Tank Type (In Line Type)*

Pompa jenis ini diletakkan diluar tangki bahan bakar konstruksi pompa terdiri dari 5 bagian yaitu :

- 1) Motor listrik
- 2) Pompa menggunakan *roller*
- 3) Pengaman yaitu *check valve* dan *relief valve*
- 4) Saringan
- 5) *Silencer* untuk meredam suara bising dari pompa saat bekerja. Pada saat ini pompa jenis ini sudah jarang digunakan.

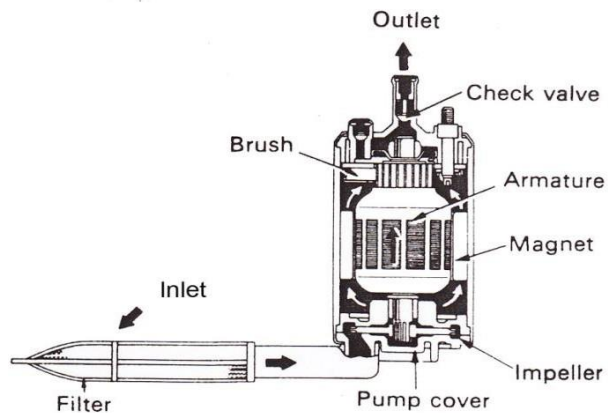


Gambar 8. *External Pump Type*

b. *Internal Tank Type (Impeller Type)*

Pompa jenis ini diletakkan didalam tangki bahan bakar, sehingga pompa terendam bahan bakar. Kelebihan tipe ini antara lain pendinginan lebih baik karena pompa terendam bahan bakar. Peluang pompa tidak berfungsi akibat saluran hisap bocor lebih kecil. Kontruksi pompa ini terdiri dari 4 bagian yaitu :

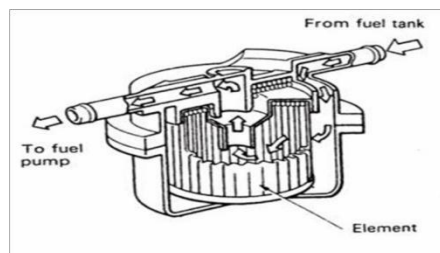
- 1) Motor listrik
- 2) Pompa turbin
- 3) Pengaman yaitu *check valve* dan *relief valve*
- 4) Saringan.



Gambar 9. *Internal Tank Type*

3. Saringan Bahan Bakar (*Fuel Filter*)

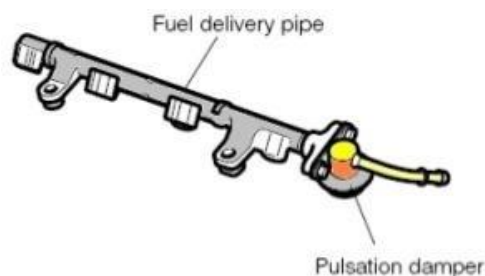
Saringan bahan bakar berfungsi untuk menyaring kotoran pada bensin agar tidak menyumbat injektor. Saringan bahan bakar dipasang setelah pompa bahan bakar. Penggantian saringan bahan bakar setiap 40.000 km. Saat pemasangan yang harus diperhatikan adalah tanda pemasangan.



Gambar 10. Saringan Bahan Bakar

4. Pipa Deliveri (*Delivery Pipe*)

Pipa deliveri merupakan pipa yang berhubungan dengan injektor, berfungsi sebagai penampung bahan bakar tekanan tinggi bagi injektor. Pada bagian pipa yang berhubungan dengan injektor sering terjadi kebocoran yang mengakibatkan mesin boros, kebocoran disebabkan oleh mengerasnya *seal* injektor dan pemasangan yang miring.

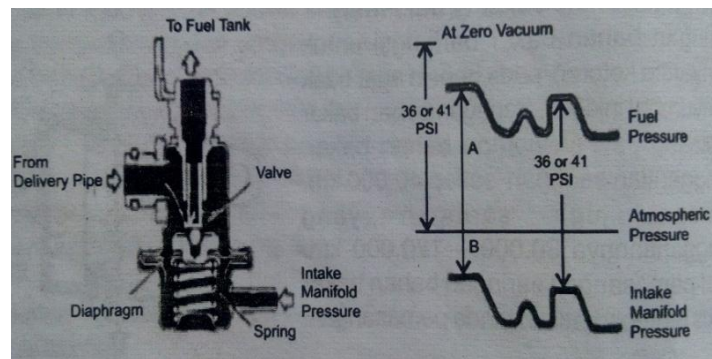


Gambar 11. Pipa Deliveri

5. Regulator Tekanan (*Pressure Regulator*)

Regulator tekanan berfungsi untuk mengatur tekanan bahan bakar pada pipa delivery agar tekanan tetap stabil. Besar tekanan bahan bakar diatur sebesar 2,3 – 2,6 kg/cm². Bila tekanan melebihi batas yang telah ditentukan maka katup akan membuka dan bahan bakar akan dialirkan ke tangki bahan bakar.

Karena injeksi bahan bakar ke manifold maka perbedaan tekanan yang harus dijaga stabil adalah perbedaan tekanan antar bahan bakar pada pipa delivery dengan tekanan manifold, oleh karena itu pada regulator ruang diafragma dihubungkan dengan tekanan manifold.



Gambar 12. Regulator tekanan

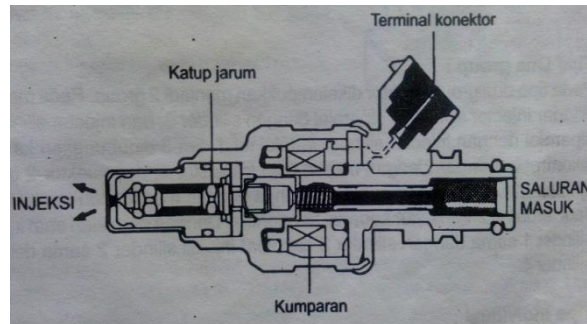
6. Injektor

Injektor berfungsi untuk menginjeksikan bahan bakar ke arah katup hisap, bahan bakar keluar dari injektor dalam bentuk kabut. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan tergantung dari tekanan bahan bakar, besar lubang injektor dan lama injektor membuka. Pembukaan injektor dilakukan secara elektromagnetik, yaitu dengan mengirimkan aliran listrik pada lilitan injektor, saat listrik mengalir ke lilitan maka lilitan menjadi magnet, dan magnet menarik katup jarum pada injektor, lubang injektor terbuka dan injektor menginjeksikan bahan bakar. Pengaturan kapan dan lama listrik dialirkan ke

injektor dilakukan oleh *Electronic Control Unit* (ECU) berdasarkan kondisi kerja mesin dari masukan sensor – sensor yang ada.

Gambar 13. Injektor

Penginjeksian bahan bakar memiliki beberapa pola injeksi, yaitu :



a. Tipe Simultan

Pada tipe simultan semua injektor dirangkai paralel ke ECU, saat ECU memberikan signal maka semua injektor menginjeksikan bahan bakar.

b. Tipe Dua Grup

Pada tipe dua grup injektor dikelompokkan terjadi 2 grup. Pada mesin 4 silinder injektor silinder 1 diparalel dengan injektor 3 sedangkan injektor 2 diparalel dengan injektor 4. Injektor 1 dan 3 dihubungkan ke #10 dikontrol hubungan dengan massa oleh transistor 1, dan injektor 2 dan 4 dihubungkan #20 dikontrol hubungannya dengan massa transistor 2. Jadi terdapat dua transistor sebagai pengontrol. Dengan demikian saat injeksi silinder 1 dengan silinder 3 dan saat injeksi silinder 2 sama dengan silinder 4.

c. Tipe Individual

Setiap injektor dikontrol secara individu, sehingga saat injeksi tiap injektor dapat diatur tepat pada saat langkah hisap, sehingga kabutan bahan bakar dapat langsung masuk kedalam silinder dan tidak perlu menunggu katup hisap terbuka,

hal ini memungkinkan homogenitas campuran terjadi lebih baik.