

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 PENGERTIAN POMPA INJEKSI BAHAN BAKAR**



Gambar 1. Pompa Injeksi Bahan Bakar

Sumber : Dokumen PT Baruna Raya Logistics

Pompa bahan bakar atau dikenal juga dengan nama Fuel Pump adalah salah satu komponen dalam sistem bahan bakar pada mesin pembakaran dalam lainnya. Sebagian mesin tidak memerlukan pompa bahan bakar karena dari desainnya dan dengan gravitasi, bahan bakar akan mengalir dengan sendirinya dalam sistem bahan bakarnya. Sebagian yang lainnya harus menggunakan pompa untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar. Pada mesin dengan menggunakan karburator, umumnya menggunakan pompa mekanis bertekanan rendah yang terpasang di luar tangki bahan bakar, sedangkan mesin dengan injeksi bahan bakar, sebagian memiliki macam pompa dalam sistem penyaluran bahan bakarnya salah satunya, Pompa tekanan tinggi/volume rendah atau lebih dikenal dengan

nama *Fuel Injection Pump* (FIP). Pompa ini ada dalam sistem injeksi bahan bakar berfungsi untuk memompa bahan bakar dalam tekanan tinggi untuk suplai ke injektor.

Sebagian mesin dengan injeksi bahan bakar tidak memiliki pompa bahan bakar. Sistem injeksi bahan bakar menyedot bahan bakar langsung dari tangki atau FIP memompa bahan bakar dari tangki menuju injektor.

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 dijalankan sama sekali. Banyak orang yang menyatakan bahwa sistem injeksi bahan bakar pada mesin diesel merupakan jantung hidup matinya mesin. Sistem injeksi bahan bakar mesin diesel mencakup rangkaian komponen-komponen yang berhubungan dengan bahan bakar, yang berfungsi mengisap bahan bakar dari tangki bahan bakar, memompakan bahan bakar, sampai bahan bakar tersebut diinjeksikan ke dalam ruang bakar silinder mesin dalam rangka memperoleh tenaga.

*Fuel Injection Pump* (pompa injeksi bahan bakar) berfungsi mensupply bahan bakar ke nozzle dengan tekanan tinggi, menentukan timing penyemprotan dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan maka fungsi sistem injeksi bahan bakar mesin diesel yaitu:.

1. Menyimpan bahan bakar
2. Menyaring bahan bakar
3. Memompa atau menginjeksi bahan bakar ke dalam ruang bakar silinder mesin.
4. Mengabutkan bahan bakar ke dalam ruang bakar silinder mesin.

5. Memajukan saat penginjeksian bahan bakar.
6. Mengatur kecepatan mesin sesuai dengan bebannya melalui pengaturan penyaluran bahan bakar.
7. Mengembalikan kelebihan bahan bakar ke dalam tangki bahan bakar

Jadi bisa di ambil simpulan dari fungsi system injeksi bahan bakar sebagai berikut :

Bahan bakar yang diinjeksikan melalui nozzle di atur banyaknya oleh pompa injeksi dengan tekanan tinggi. Untuk fungsi tersebut, maka pompa injeksi harus mampu dengan akurat mengatur banyaknya bahan bakar dengan beban mesin dalam waktu singkat, untuk periode waktu tertentudan sesuai dengan setiap kondisi beban mesin. Untuk mengatur tersebut pompa injeksi di lengkapi dengan komponen yang disebut governor. Governor bekerja berdasarkan putaran mesin ( governor tipe mekanik ) atau berdasarkan tekanan dalam intake manifold ( governor tipe pneumatic ).

Governor juga berfungsi untuk membatasi kecepatan putaran mesin pada saat handling dan putaran maksimal mesin. Demikian juga dengan fungsi control torsi mesin, dikendalikan oleh governor. Terakhir, fungsi control emisi, governor melakukan pemutusan aliran bahan bakar sesaat ketika bahan bakar tidak diperlukan oleh mesin ( saat deselerasi ).

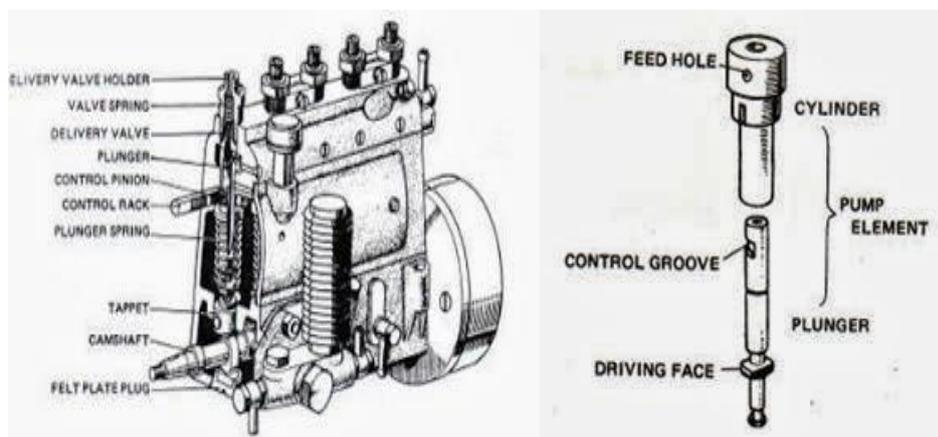
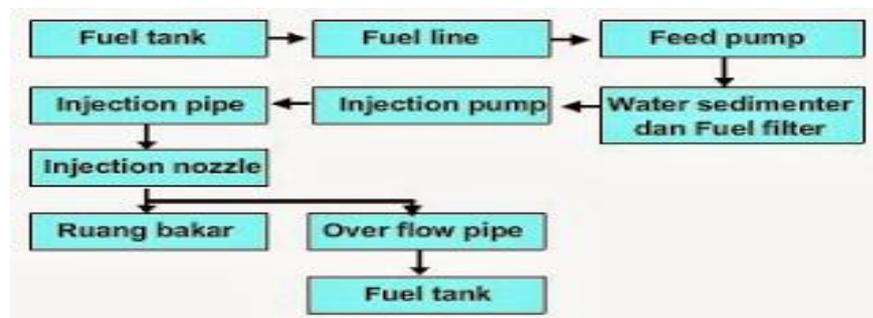
## **2.2. JENIS – JENIS POMPA INJEKSI BAHAN BAKAR**

### **1. Pompa Injeksi In Line**

Pompa injeksi sebaris banyak digunakan untuk mesin diesel yang bertenaga besar, karena pompa injeksi ini mempunyai kelebihan bahwa tiap elemen pompa melayani satu silinder mesin.

elemen pompa injeksi in line yang terdiri dari plunyer (*plunger*) dan silinder (*barrel*) yang keduanya sangat presisi, sehingga celah antara plunyer dan silindernya sekitar 1/1000 mm. Ketelitian ini cukup baik untuk menahan tekanan tinggi saat injeksi, walaupun pada putaran rendah. Sebuah alur diagonal yang disebut alur pengontrol (*control groove*), adalah bagian dari plunyer yang dipotong pada bagian atas. Alur

ini berhubungan dengan bagian atas plunyer oleh sebuah lubang. Bahan bakar yang dikirimkan oleh pompa pemindah masuk ke pompa injeksi dengan tekanan rendah. Plunyer bergerak turun naik dengan putaran poros nok pompa injeksi.



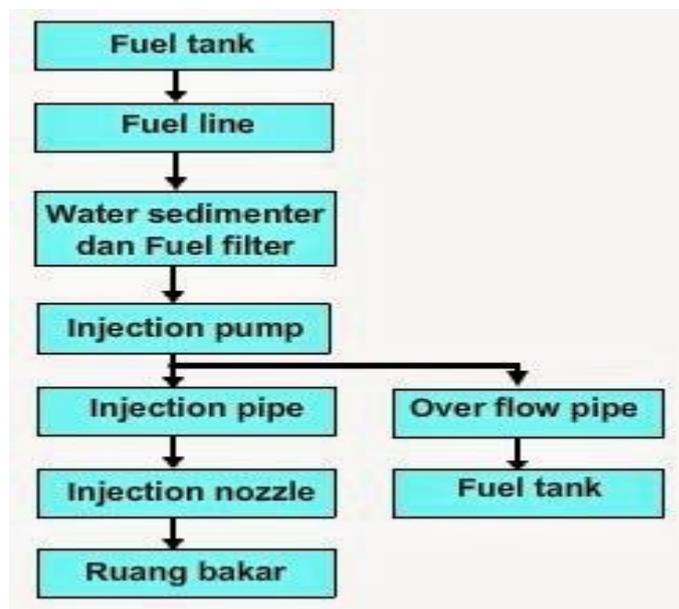
Gambar 2. Pompa Injeksi In Line

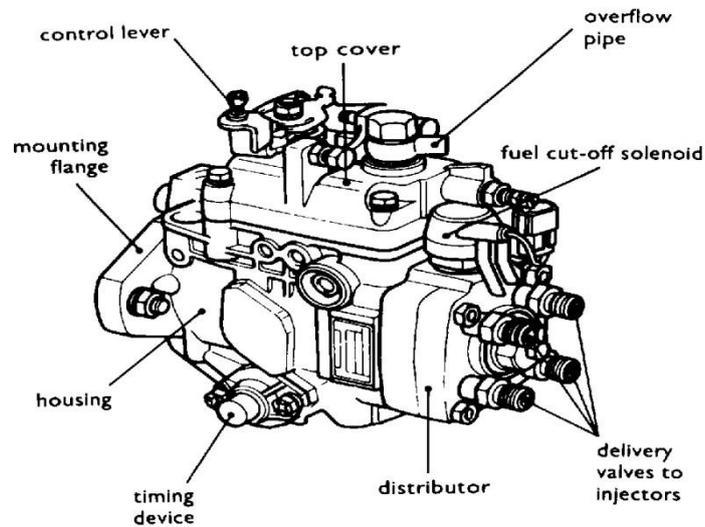
Sumber : Prizvon Eka Aijerin, 2016, Tipe Pompa Injeksi Pada Sistem Bahan Bakar Diesel

## 2. Pompa injeksi distributor

Pada sistem injeksi bahan bakar dengan pompa injeksi distributor, pompa injeksinya hanya memiliki satu buah elemen pompa. Dengan demikian satu elemen pompa akan melayani empat buah silinder mesin diesel melalui saluran distribusi pada pompa. Pompa injeksi distributor banyak digunakan untuk mesin diesel bertenaga menengah dan kecil dengan ruang bakar tambahan.

Pompa injeksi distributor ini dirancang dengan plunyer tunggal untuk mengatur banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan dengan tepat dan membagi pemberian bahan bakar ke setiap silinder mesin sesuai dengan urutan penginjeksiannya.



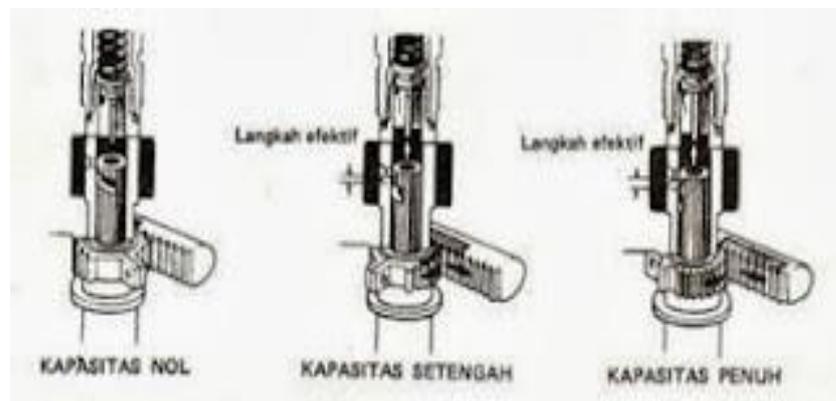


Gambar 3. Pompa Injeksi Distributor

Sumber : Prizvon Eka Aijerin, 2016, Tipe Pompa Injeksi Pada Sistem Bahan Bakar Diesel

### 2.3 PENGATURAN VOLUME PENGINJEKSIAN BAHAN BAKAR

Jumlah penyalur bahan bakar diatur sesuai kondisi kerja atau kebutuhan dari motor oleh governor. Governor bekerja mengontrol gerak control rack yang giginya di hubungkan dengan gigi control pinion dan diikatkan ke *control sleeve* yang bebas berputar pada pump silinder (*barrel*). Pergerakan pluyer didalam silinder / *barrel* dikontrol oleh bagian bawah *control sleeve*.



Gambar 4. Plunyer

Sumber : Prizvon Eka Aijerin, 2016, Tipe Pompa Injeksi Pada Sistem Bahan Bakar Diesel





### 1. Tidak ada penyemprotan ( *zero delivery* )

Pada waktu tidak ada penyemprotan bahan bakar (*zero delivery*) control rack berada pada posisi paling kiri, bagian atas helix plunyer (*control groove*) selalu berhubungan dengan saluran masuk aliran bahan bakar pada barrel, oleh karena itu tidak ada penginjeksian bahan bakar.

Hal ini terjadi pada waktu pengemudi mematikan motor maka control rack akan bergerak pada posisi paling kiri dan mengakibatkan saluran masuk bahan bakar pada *barrel* selalu dibuka oleh helixnya (*control groove*) meskipun plunyer bergerak keatas dan kebawah.

### 2. Penyemprotan separuh ( *half delivery* )

Control rack bergerak ke kanan setengah dari posisi gerakan maksimum, mengakibatkan plunyer akan berputar juga helix / *control groove* plunyer akan membentuk langkah efektif dengan jarak.

Bahan bakar diinjeksikan pada saat plunyer mulai bergerak naik dan akan berakhir pada saat helix / *control groove* sudah berhubungan dengan saluran masuk aliran bahan bakar.

### 3. Penyemprotan penuh ( *full delivery* )

Bila control rack bergerak penuh ke arah kanan atau pada saat pengemudi menekan gas penuh, maka plunyer akan bergerak membentuk langkah efektif yang lebih panjang. Dengan demikian volume penginjeksian juga lebih besar dan daya motor juga akan maksimum.

Langkah efektif adalah saat langkah plunyer sudah menutup penuh feed hole sampai titik dimana *control groove* mulai berhubungan dengan feed hole kembali.

Penekanan bahan bakar dari elemen pompa ke injector diatur oleh katup penyalur (*delivery valve*). Katup penyalur ini berfungsi ganda, yaitu selain mencegah bahan bakar dalam pipa,

Katup penyalur ditempatkan pada bagian atas elemen pompa injeksi. Seperti halnya elemen pompa injeksi maka katup penyalur juga

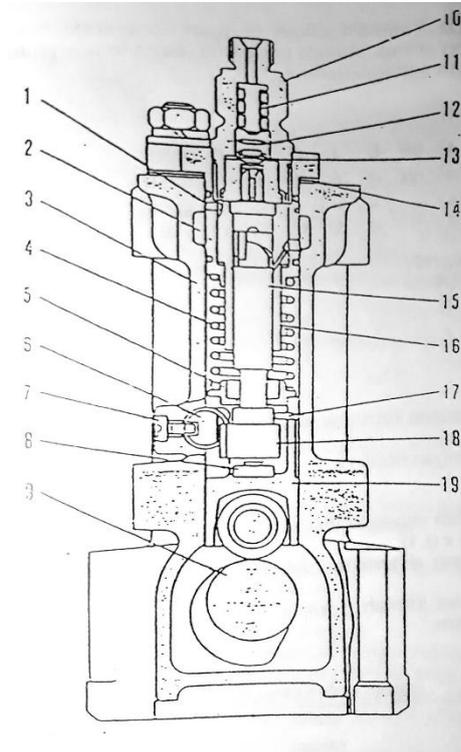
dikerjakan secara teliti dan dengan presisi tinggi. Katup penyalur berfungsi untuk mencegah bahan bakar dalam pipa tekanan tinggi berbalik ke ruang diatas plunyer setelah nozzle atau injektor menginjeksikan bahan bakar.

Pada waktu mulai penginjeksian bahan bakar, maka katup penyalur (*delivery valve*) akan terangkat dari dudukannya (*valve seat*) oleh tekanan bahan bakar yang dibangkitkan oleh elemen pompa injeksi, karena tekanan bahan bakar mampu melewati tekanan pegas (*valve spring*).

Pada waktu elemen pompa sudah pada langkah maksimum menginjeksikan bahan bakar, maka tekanan bahan bakar akan turun dengan segera, akibatnya katup penyalur yaitu bagian katup reliefnya (*relief valve*) akan menutup aliran bahan bakar, sementara katup penyalur akan terus bergerak turun sampai bagian permukaan katup (*face valve*) akan duduk kembali dengan sempurna pada dudukannya (katup penyalur menutup penuh).

Dengan penutupan katup penyalur ini, maka tekanan didalam pipa tekanan tinggi dapat dipertahankan tinggi, sehingga akan memperpendek waktu yang diperlukan elemen pompa untuk menaikkan tekanan bahan bakar dan juga mencegah menetesnya bahan bakar melalui nozzle.

## 2.4 BAGIAN – BAGIAN POMPA INJEKSI BAHAN BAKAR



Gambar 5. Bagian – bagian pompa injeksi

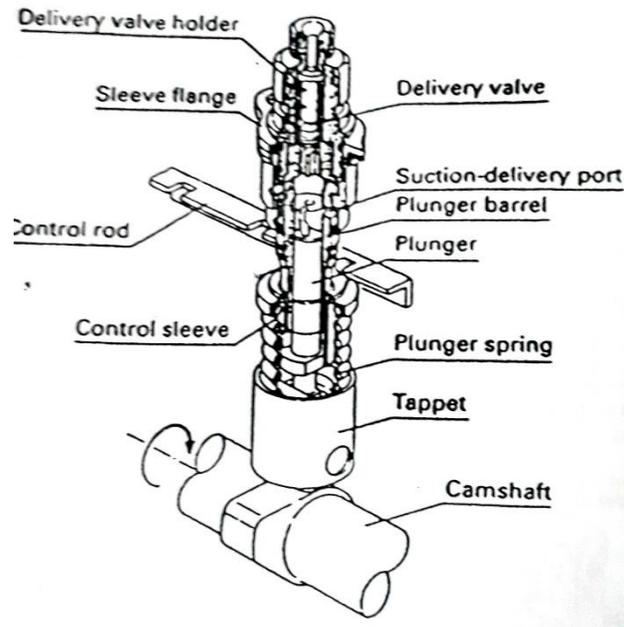
Sumber : [https://www.academia.edu/40463955/FUEL\\_PUMP](https://www.academia.edu/40463955/FUEL_PUMP)

Keterangan:

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. Straight Pin          | 11. Delivery valvestopper |
| 2. Flange sleeve         | 12. Delivery valvespring  |
| 3. Pump housing          | 13. Delivery valve        |
| 4. Plunger spring        | 14. Adjust shim           |
| 5. Lower spring seat     | 15. Plunger               |
| 6. Control rack          | 16. Plunger barrel        |
| 7. Rack guide screw      | 17. Guide pinion          |
| 8. Plunger seat          | 18. Control pinion        |
| 9. Camshaft              | 19. Tappet                |
| 10. Delivery valveholder |                           |
| 11. Tappet               |                           |



## 1. Plunger



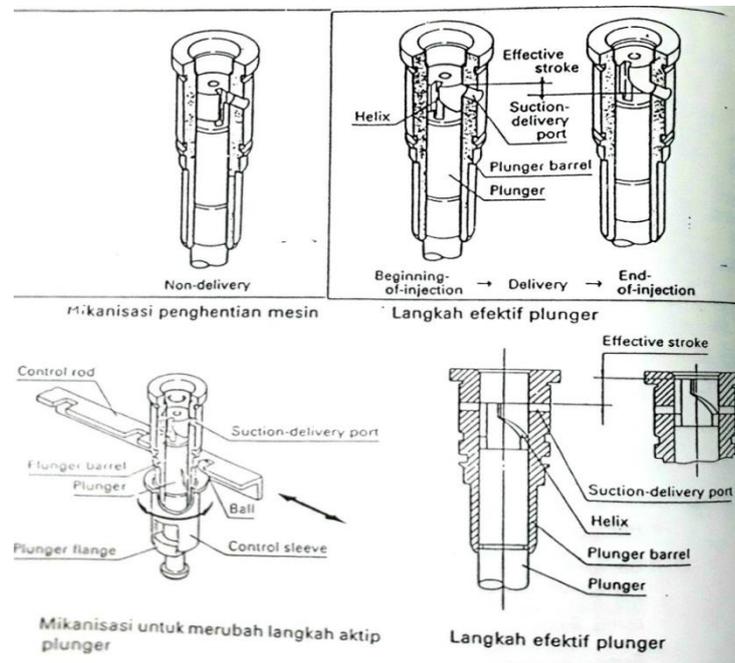
Gambar 6. Plunger

Sumber : [https://www.academia.edu/40463955/FUEL\\_PUMP](https://www.academia.edu/40463955/FUEL_PUMP)

Plunger bergerak naik - turun dan juga dapat berputar. Bagian atas plunger terdapat alur (*groove*), yang berfungsi untuk mengatur banyak sedikitnya bahan bakar yang akan disemprotkan dengan jalan plunger tersebut diputar pada posisi tertentu. Plunger ini berputar karena control rack ditarik.

Prinsip kerjanya : Plunger naik karena dorongan poros kam, sedangkan turunnya karena dorongan spring. Langkah plunger keseluruhan di sebut dengan constant stroke. Ketika plunger bergerak naik, pada saat mana lubang (*port*) yang terletak pada plunger barrel mulai tertutup, maka saat itu disebut dengan mulai injeksi (*start of injection*). Dimana bahan bakar nozzle siap menyemprot. Apabila plunger bergerak terus , maka bahan bakar pada nozzle akan menyemprot. Langkah penyemprotan disebut effective stroke,

langkah tersebut dimulai dari posisi start of injection sampai alur ketemu dengan lubang masuk pada *barrel*. Posisi langkah efektif (*effective stroke*), berubah - ubah tergantung dari beban dan pengaturan operator secara manual.

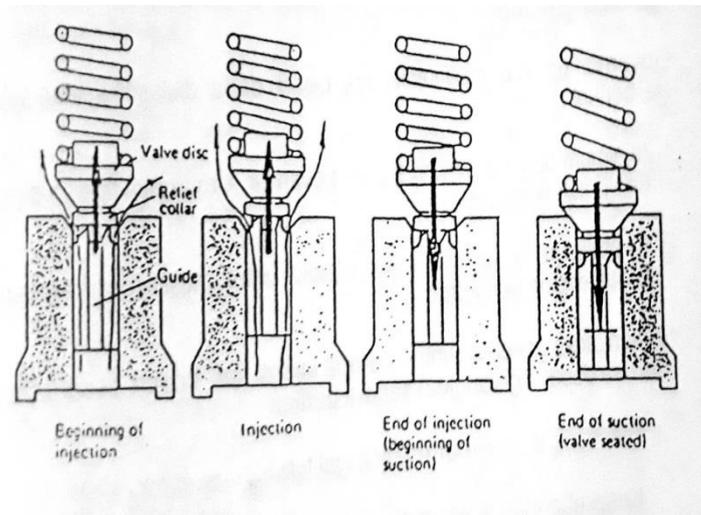


Gambar 7. System Kerja Plunger

Sumber : [https://www.academia.edu/40463955/FUEL\\_PUMP](https://www.academia.edu/40463955/FUEL_PUMP)

Ketika langkah efektif berakhir akan tetapi plunger masih tetap bergerak keatas, namun bahan bakar tidak diinjeksikan lagi setelah akhir langkahnya, plunger bergerak turun karena mendapat dorongan dari spring, sehingga akhir langkah pada posisi titik mati bawah (TMB). Kemudian plunger bergerak naik kembali karena dorongan poros kam. Langkah dari titik mati bawah (TMB) sampai pada saat start injeksi disebut pre stroke, langkah ini bertujuan untuk mengisi bahan bakar kedalam *plunger barrel*.

## 2. Delivery Valve



Gambar 8. Delivery Valve

Sumber : [https://www.academia.edu/40463955/FUEL\\_PUMP](https://www.academia.edu/40463955/FUEL_PUMP)

Pada bagian atas dari plunger dipasang katup/klep pengeluaran dan spring. Bahan bakar yang ditekan oleh plunger akan mendorong katup pengeluaran (*delivery valve*) melawan spring, sehingga bahan bakar akan mengalir ke pipa injeksi untuk selanjutnya menuju nozzle. Dengan turunnya tekanan bahan bakar, *delivery valve* di dorong ke bawah oleh spring sehingga piston menutup saluran bahan bakar. Tujuannya adalah mencegah membaliknya aliran bahan bakar (*return flow of fuel*), *delivery valve* akan terus bergerak ke bawah. Gerak ini akan berhenti bila permukaan runcingnya (*tapered face*) duduk pada dudukannya. Gerakan ini disebut dengan *sucking back stroke of delivery valve*. *Sucking back operation* bertujuan untuk mencegah penetesannya bahan bakar di ruang bakar untuk pembakaran langsung dan ruang bakar muka untuk pembakaran tidak langsung, saat injeksi bahan bakar berakhir.



