



**TUGAS AKHIR**  
**CARA KERJA DAN *TROUBLESHOOTING* SISTEM BAHAN**  
**BAKAR ISUZU PANTHER 4JA1-L**

**Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Program Diploma 3**  
**Untuk Menyanggah Sebutan Ahli Madya**

**Disusun oleh:**

**Nama : Teguh Riyadi**

**NIM : 5250307040**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2011**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Teguh Riyadi  
NIM : 5250307040  
Progam Studi : TM D3 Otomotif  
Judul : “Cara Kerja dan *Triubleshooting* Sistem

Bahan Bakar Isuzu Panther 4JA1-L”

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada Progam Studi Diploma 3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

### **Panitia Ujian**

Ketua : Hadromi, S.Pd, MT  
NIP.196908071994031004 ( )

Sekretaris : Widi Widayat, ST, MT  
NIP.197408152000031001 ( )

### **Dewan Penguji**

Pembimbing : Drs. Ramelan, MT  
NIP. 195009151976031002 ( )

Penguji Utama : Drs. Winarno D.R, Mpd  
NIP. 195210021981031001 ( )

Penguji Pendamping :Drs. Ramelan, MT  
NIP. 195009151976031002 ( )

)  
Ditetapkan di Semarang  
Tanggal

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Abdurrahman, M.Pd  
NIP.196009031985031002

## ABSTRAK

**Teguh Riyadi.** 2011. Cara Kerja dan *Troubleshooting* Sistem Bahan Bakar Isuzu Panther 4JA1-L. Tugas Akhir. Teknik Mesin D3 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Fungsi dari sistem bahan bakar mesin Isuzu Panther 4JA1-L adalah untuk melayani kebutuhan bahan bakar selama mesin bekerja. Pompa injeksi menginjeksikan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan tekanan tinggi menggunakan nosel injeksi agar menghasikan partikel yang lebih kecil sehingga mudah terbakar dengan sendirinya.

Komponen sistem bahan bakar yang digunakan pada mesin Isuzu Panther 4JA1-L terdiri dari tangki bahan bakar, pompa priming, saringan bahan bakar, *water sedimenter*, *feed pump*, pompa injeksi, dan nosel injeksi. Cara kerja sistem bahan bakar Isuzu Panther 4JA1-L adalah bahan bakar dari tangki bahan bakar dipompa ke pompa injeksi oleh *feed pump* melalui *water sedimenter* maupun saringan bahan bakar. Bahan bakar dipompa ke ruang bakar dengan tekanan tinggi oleh plunyer, kemudian nosel injeksi mengabutkan bahan bakar beberapa derajat sebelum titik mati atas (TMA). Udara yang dimampatkan di dalam ruang bakar temperaturnya menjadi tinggi, sehingga bahan bakar yang disemprotkan mampu terbakar dengan sendirinya.

Gangguan yang sering terjadi pada mesin banyak disebabkan gangguan pada komponen pompa injeksi dan nosel injeksinya serta saluran yang menghubungkan saluran sistem bahan bakar. Gangguan sistem bahan bakar yang terjadi, antara lain: motor susah dihidupkan, motor dapat hidup kemudian mati kembali, daya motor rendah, asap terlalu banyak, mesin terdengar bunyi ketukan (*knocking*), putaran mesin sukar diatur. Untuk mencegah gangguan yang akan terjadi sebaiknya dilakukan perawatan yang baik, selalu menggunakan bahan bakar yang sesuai dengan spesifikasi mesin, selalu mengganti saringan bahan bakar sesuai dengan jam kerjanya, menghindari penggunaan kembali komponen yang sudah rusak parah yang berakibat merusak komponen yang lain.

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO:

1. Orang sukses adalah orang yang bias menerima semua keadaan.
2. Kesuksesan lahir bukan karena kebetulan semata melainkan terwujud atas perjuangan yang keras dan disertai dengan do'a.
3. Belajarlah menjadi orang yang sabar dan mulailah sesuatu dengan kemauan.
4. Budayakan mengucapkan terima kasih baik pada Tuhan maupun pada sesama.
5. Maju terus pantang mundur dengan kepercayaan diri.

### PERSEMBAHAN

Laporan ini saya persembahkan kepada :

1. Ayah dan Ibunda terhormat.
2. Kakakku tersayang.
3. Drs. Ramelan, M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
4. Rekan-rekan D3 2007 seperjuangan

## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, karena penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Cara Kerja dan *Troubleshooting* Sistem Bahan Bakar Isuzu Panther 4JA1-L”.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat tersusun atas bantuan dari semua pihak yang rela meluangkan waktu memberikan bimbingan dan petunjuk. Atas terselesainya laporan Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Drs. Wirawan S, M.T sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Ramelan, M.T sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan.
3. Bapak Widi Widayat, S.Pd sebagai Ketua Program Studi Diploma 3 yang telah memberikan persetujuan dalam pengambilan Tugas Akhir.
4. Bapak Joko Purnomo sebagai pembimbing lapangan yang telah membantu terselesainya Tugas Akhir ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan laporan Tugas Akhir.

Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat dan berguna bagi semua pihak.

Semarang, 14  
Februari 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

|  |     |
|--|-----|
| HALAMAN JUDUL.....   | i   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....  | ii  |
| ABSTRAK.....   | iii |
| HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....                                     | iv  |
| KATA PENGANTAR.....  | v   |
| DAFTAR ISI.....  | vi  |
| DAFTAR GAMBAR.....   | ix  |
| DAFTAR TABEL.....  | xi  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....   | xii |
| BAB I PENDAHULUAN  |     |
| A. ... Latar Belakang .....  | 1   |
| B. ... Permasalahan .....  | 2   |
| C. ... Tujuan .....  | 3   |
| D. ... Manfaat .....   | 3   |
| BAB II SISTEM BAHAN BAKAR PADA ISUZU PANHER 4JA1-L                     |     |
| A. Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar.....                               | 4   |
| B. Komponen dan Cara Kerja Sistem Bahan Bakar Isuzu Panther 4JA1-L...8 |     |
| 1. Tangki Bahan Bakar.....   | 9   |
| 2. Pompa Priming ( <i>Priming Pump</i> ).....                          | 12  |
| 3. Saringan Bahan Bakar dan <i>Water Sedimenter</i> .....              | 14  |
| 4. Pompa Injeksi ( <i>Injection Pump</i> ).....                        | 15  |
| a. Komponen Pompa Injeksi.....   | 16  |
| b. Cara Kerja Komponen Pompa Injeksi.....                              | 19  |
| 1) Pompa Penyalur ( <i>Feed Pump</i> ).....                            | 19  |

|   |    |
|---|----|
| 2) Katup Pengatur Tekanan Bahan Bakar.....  | 20 |
| 3) <i>Governor</i> .....  | 21 |
| 4) Pengontrol Waktu Otomatis ( <i>Automatic Timer</i> )...  | 27 |
| 5) Katup Solenoid ( <i>Solenoid Valve</i> ).....  | 30 |
| 6) Pompa Plunyer ( <i>Plunyer Pump</i> ).....   | 32 |
| 7) Katup Penyalur ( <i>Delivery Valve</i> ).....  | 39 |
| 5. Nosel Injeksi ( <i>Injection Nozzle</i> ).....   | 40 |
| <b>BAB III ANALISIS GANGGUAN DAN CARA MENGATASINYA</b>  |    |
| <b>(TROUBLESHOOTING) ISUZU PANTHER 4JA1-L</b>   |    |
| A. Mesin susah dihidupkan.....  | 48 |
| B. Mesin dapat hidup kemudian mati kembali.....   | 51 |
| C. Daya mesin rendah.....   | 52 |
| D. Asap terlalu banyak.....   | 53 |
| E. Mesin terdengar bunyi ketukan ( <i>knocking</i> ).....   | 55 |
| F. Putaran mesin sukar diatur.....  | 56 |
| G. Prosedur menganalisis gangguan dan cara mengatasinya pada sistem bahan bakar Isuzu Panther 4JA1-L..... | 57 |
| <b>BAB IV PENUTUP</b>   |    |
| A. Kesimpulan.....  | 61 |
| B. Saran.....   | 62 |
| <b>DAFTAR</b>   |    |
| PUSTAKA.....  | 63 |
| LAMPIRAN.....   | 64 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1. Alur bahan bakar pada sistem bahan bakar motor Diesel.....           | 5  |
| Gambar 2.2. Cara kerja motor Diesel 4 langkah.....                               | 7  |
| Gambar 2.3. Tangki bahan bakar.....  | 10 |
| Gambar 2.4. Pompa priming untuk pompa injeksi jenis distributor.....             | 13 |
| Gambar 2.5. Saringan Bahan Bakar untuk pompa injeksi jenis distributor.....      | 15 |
| Gambar 2.6. Konstruksi pompa injeksi mesin Diesel Isuzu Panther.....             | 18 |
| Gambar 2.7. Pompa penyalur bahan bakar.....                                      | 20 |
| Gambar 2.8. Katup pengatur tekanan bahan bakar.....                              | 21 |
| Gambar 2.9. Konstruksi <i>governor</i> .....                                     | 23 |
| Gambar 2.10. Kedudukan <i>governor</i> saat motor mulai dihidupkan.....          | 24 |
| Gambar 2.11. Kedudukan <i>governor</i> saat motor berputar <i>idle</i> .....     | 25 |
| Gambar 2.12. Kedudukan <i>governor</i> saat kecepatan maksimal (beban penuh).... | 26 |
| Gambar 2.13. Kedudukan <i>governor</i> saat putaran mesin tinggi.....            | 27 |
| Gambar 2.14. Pengontrol waktu injeksi ( <i>Automatic Timer</i> ).....            | 29 |
| Gambar 2.15. Hubungan kerja <i>governor</i> dengan pengontrol waktu injeksi..... | 30 |
| Gambar 2.16. Katup solenoid ( <i>fuel cut off solenoid</i> ).....                | 31 |
| Gambar 2.17. Konstruksi <i>cam plate</i> yang bergelombang.....                  | 32 |
| Gambar 2.18. Saluran-saluran pada pompa plunyer dan kepala distributor.....      | 33 |
| Gambar 2.19. Saat pengisian bahan bakar.....                                     | 34 |
| Gambar 2.20. Saat mulai penginjeksian bahan bakar.....                           | 35 |
| Gambar 2.21. Saat penginjeksian berakhir.....                                    | 36 |
| Gambar 2.22. Penyesuaian tekanan injeksi bahan bakar.....                        | 36 |
| Gambar 2.23. Langkah <i>efektif</i> pompa injeksi.....                           | 38 |
| Gambar 2.24. Katup penyalur ( <i>Delivery valve</i> ).....                       | 39 |
| Gambar 2.25. Nozel injeksi tipe lubang.....                                      | 41 |
| Gambar 2.26. Konstruksi nosel injeksi.....                                       | 42 |
| Gambar 2.27. Proses sebelum penginjeksian.....                                   | 45 |
| Gambar 2.28. Proses penginjeksian bahan bakar.....                               | 46 |
| Gambar 2.29. Proses penginjeksian berakhir.....                                  | 47 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 1. Menganalisis gangguan dan cara mengatasinya pada sistem bahan bakar ..... | 58 |
|--|----|



## DAFTAR LAMPIRAN

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1. Gambar komponen-komponen Sistem Bahan Bakar..... | 64 |
| Lampiran 2. Surat Tugas Pembimbing.....                      | 67 |
| Lampiran 3. Surat Pernyataan Selesai Bimbingan.....          | 68 |
| Lampiran 4. Surat Tugas Panitia Ujian Tugas Akhir.....       | 69 |
| Lampiran 5. Surat Pernyataan Selesai Revisi.....             | 70 |



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Motor bakar merupakan pesawat yang sangat penting sebagai sumber penggerak. Ada dua jenis motor bakar yang umum dipakai pada dunia transportasi yaitu mesin bensin dan mesin Diesel, kedua jenis tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing sehingga untuk jenis transportasi yang satu lebih *efektif* memakai mesin bensin tetapi sarana transportasi yang lain lebih menguntungkan memakai mesin Diesel. Mesin Isuzu Panther merupakan motor bakar torak yang berbahan bakar solar. Motor bakar tersebut merupakan sebutan dari mesin yang dapat mengubah tenaga panas hasil pembakaran bahan bakar menjadi tenaga gerak. Pada mesin Isuzu Panther menggunakan pembakaran dalam (*internal combustion engine*) karena motor bakar tersebut dalam melakukan perubahan tenaga panas menjadi tenaga penggerak dilakukan di dalam ruang bakar mesin tersebut.

Panas hasil pembakaran diubah menjadi kerja mekanis dengan gerak *translasi* pada torak, kemudian gerak *translasi* tersebut diteruskan oleh batang torak untuk memutar poros engkol sehingga menghasilkan gerak *rotasi*.

Pertimbangan menggunakan mesin Diesel adalah memiliki *efisiensi* panas yang tinggi, bahan bakarnya lebih hemat yang berarti bahwa mesin Diesel lebih sedikit mengkonsumsi bahan bakar dibanding mesin bensin untuk menyediakan tenaga yang sama, biaya operasional yang lebih murah, mesin Diesel lebih tahan

lama dan tidak memerlukan instalasi pengapian, sehingga gangguan-gangguan yang terjadi lebih kecil dibanding dengan mesin bensin. Momen yang dihasilkan mesin Diesel lebih besar dibanding mesin bensin.

Sistem bahan bakar mempunyai komponen antara lain tangki bahan bakar, *priming pump*, *water sedimenter*, saringan bahan bakar, pompa injeksi dan *nozzle* yang mempunyai peranan penting sebagai syarat hidupnya mesin. Sehingga pemahaman tentang sistem bahan bakar mesin Diesel sangat diperlukan untuk menganalisis dan mengatasi gangguan khususnya pada mesin Isuzu Panther 4JA1-L. Laporan Tugas Akhir ini disusun atas dasar pembuatan *engine stand* Isuzu Panther 4JA1-L yang mempunyai sistem bahan bakar tipe *distributor* yang jumlah komponennya masih sedikit sehingga lebih mudah dipahami dari pada mesin Isuzu Panther tipe yang lain. Maka dari itu penulis memilih judul “Cara Kerja dan *Troubleshooting* Sistem Bahan Bakar Isuzu Panther 4JA1-L ” dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

## **B. Permasalahan**

Berdasarkan uraian di atas permasalahan sistem bahan bakar adalah sebagai berikut:

1. Komponen-komponen apa saja dan bagaimana cara kerja sistem bahan bakar mesin Isuzu Panther 4JA1-L?
2. Gangguan apa saja yang terjadi dan bagaimana cara mengatasi gangguan pada sistem bahan bakar mesin Isuzu Panther 4JA1-L?

### **C. Tujuan**

Tujuan yang diharapkan dari Tugas Akhir sistem bahan bakar mesin Isuzu Panther 4JA1-L adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui komponen-komponen dan cara kerja sistem bahan bakar mesin Isuzu Panther 4JA1-L.
2. Menganalisis gangguan yang terjadi dan cara mengatasinya gangguan pada sistem bahan bakar mesin Isuzu Panther 4JA1-L.

### **D. Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dalam laporan Tugas Akhir sistem bahan bakar mesin Isuzu Panther 4JA1-L adalah:

1. Dapat dijadikan informasi bagi pembaca tentang sistem bahan bakar pada mesin Isuzu Panther 4JA1-L.
2. Dapat menambah pengetahuan bagi pembaca tentang gangguan yang terjadi dan cara mengatasinya pada sistem bahan bakar pada mesin Isuzu Panther 4JA1-L.

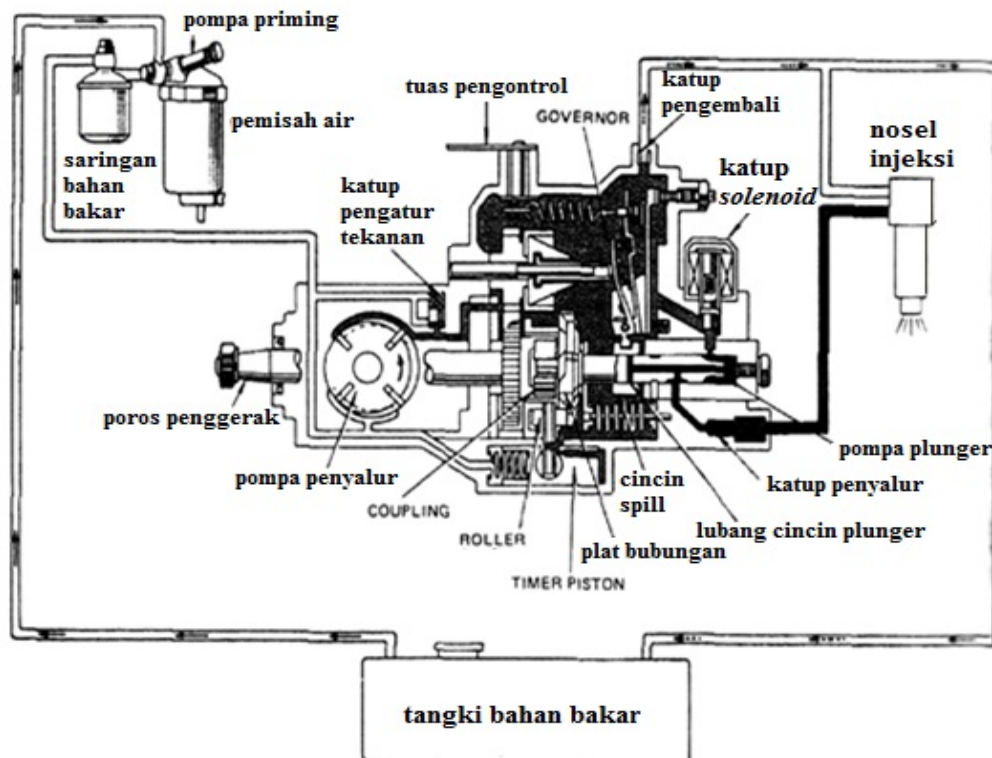
## BAB II

### SISTEM BAHAN BAKAR PADA ISUZU PANTHER 4JA1-L

#### A. Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar

Mesin Diesel merupakan mesin dengan menggunakan pembakaran bahan bakar sebagai sumber tenaganya, untuk menggerakkan torak dan memutar poros engkol. Sistem bahan bakar berfungsi untuk melayani kebutuhan bahan bakar selama mesin Diesel bekerja. Proses pembakaran tentunya membutuhkan bahan bakar. Bahan bakar untuk sampai ke ruang bakar dan terbakar memerlukan beberapa proses. Pada sistem bahan bakar mesin Diesel bahan bakar dihisap oleh *feed pump* dari tangki bahan bakar. Sebelum ke *feed pump* bahan bakar melewati saringan bahan bakar untuk disaring dan dipisahkan dari kandungan air oleh *water sedimenter*. Setelah bahan bakar di dalam rumah pompa injeksi, pompa injeksi mengalirkan bahan bakar ke nosel injeksi dengan tekanan tinggi dan terjadi pengabutuan sehingga bahan bakar akan terbakar. Bahan bakar yang tidak ikut diinjeksikan akan kembali ke tangki bahan bakar.

Proses pembakaran mesin Diesel adalah udara dimampatkan dengan tekanan tertentu, sehingga menghasilkan suhu tinggi. Suhu yang tinggi akan mampu membakar bahan bakar yang disemprotkan. Oleh karena itu mesin Diesel disebut sebagai mesin penyalan kompresi (*Compression Ignition Engine*). Bahan bakar disemprotkan saat piston akan mencapai titik mati atas (TMA). Kemudian bahan bakar akan mengalami kenaikan suhu dan bila suhu bahan bakar mencapai titik nyalanya, maka bahan bakar akan terbakar dan menghasilkan tenaga pembakaran.



Gambar 2.1. Alur bahan bakar pada sistem bahan bakar motor Diesel  
(*New Step 1 Training Manual*, 1995: 3-89)

Kenaikkan tekanan di dalam ruang bakar akan menghasilkan gerak *translasi* piston, melalui *connecting rod* gerak *translasi* torak akan diteruskan ke poros engkol yang akan diubah menjadi gerak putar. Siklus tersebut memerlukan empat proses dan bekerja terus-menerus selama mesin bekerja. Mesin Diesel tersebut merupakan mesin Diesel 4 tak. Yang dimaksud mesin Diesel 4 tak adalah mesin Diesel yang setiap satu siklus pembakaran bahan bakarnya diselesaikan dalam empat langkah torak atau dua putaran poros engkol.

Secara singkat cara kerja mesin Diesel terbagi dalam beberapa langkah yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang.

### 1. Langkah hisap.

Pada langkah hisap, udara dimasukkan ke dalam silinder. Piston bergerak dari TMA ke TMB, sehingga terjadi kevakuman di dalam silinder.

Katup hisap membuka dan katup buang menutup, sehingga udara masuk ke dalam silinder.

## **2. Langkah kompresi.**

Piston bergerak dari TMB ke TMA, pada saat ini kedua katup dalam keadaan menutup. Udara dimampatkan (dikompresikan) sampai tekanan naik dan temperturnya juga naik sekitar 500-800 °C (932- 1472 °F) (PT. Toyota Astra Motor Diesel *Engine Step 2*, 1995: 3).

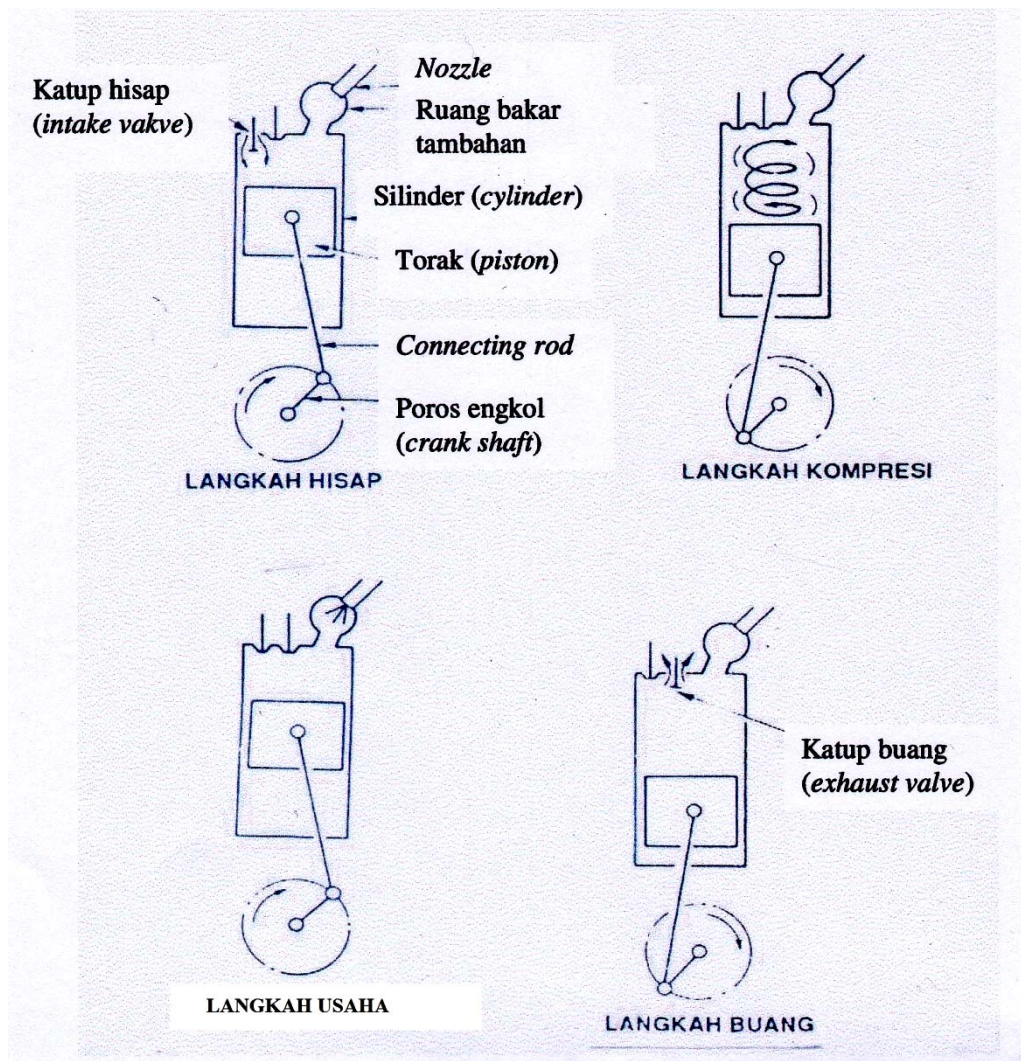
## **3. Langkah usaha.**

Udara yang dimampatkan terjadi kenaikan temperatur, pada akhir langkah kompresi atau 10° sebelum TMA, nosel injeksi menyemprotkan bahan bakar dengan tekanan tertentu. Bahan bakar ini akan mengabut dan bercampur dengan udara panas, temperatur bahan bakar akan naik dan ketika suhu bahan bakar telah mencapai titik nyala, maka bahan bakar akan terbakar, tenaga pembakaran ini akan mampu mendorong piston ke TMB.

## **4. Langkah buang.**

Piston bergerak dari TMB ke TMA, katup buang membuka dan katup masuk menutup, sehingga menyebabkan gas bekas pembakaran terdorong keluar melalui saluran buang. Proses tersebut akan berulang selama mesin bekerja.





Gambar 2.2. Cara Kerja Mesin Diesel 4 Langkah.  
(*New Step I Training Manual*, 1995: 3-78)

Sistem bahan bakar berfungsi untuk melayani kebutuhan bahan bakar selama mesin Diesel bekerja. Maka dibutuhkan kerja komponen yang kompak. Untuk itu sistem bahan bakar harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain:

1. Jumlah bakar yang tepat dan sesuai dengan kondisi mesin.

Putaran yang rendah diperlukan tenaga yang besar untuk menggerakkan kendaraan dan ketika sudah berjalan tenaga yang diperlukan menjadi lebih kecil untuk dapat memutar roda. Faktor yang paling menentukan tenaga mesin

adalah jumlah bahan bakar yang disuplai, untuk itu sistem bahan bakar harus mensuplai bahan bakar dengan tepat dan memperhatikan kondisi mesin.

2. Mampu memberikan tekanan yang cukup tinggi.

Bahan bakar yang disemprotkan ke dalam ruang bakar harus memiliki tekanan yang tinggi, karena ruang bakar memiliki tekanan yang tinggi akibat pengkompresian udara.

3. Waktu penyemprotan bahan bakar tepat dan pengabutan sempurna.

Putaran mesin meningkat, maka injektor harus mampu bekerja lebih cepat lagi dan lebih awal untuk memberi waktu yang cukup kepada bahan bakar untuk bercampur dengan udara dan terbakar. Penyemprotan yang tidak lebih awal menyebabkan bahan bakar akan tidak terbakar seluruhnya, karena torak sudah melewati TMA menuju TMB sebelum bahan bakar terbakar. Bahan bakar ada yang terbakar setelah torak melewati TMA, hal ini menyebabkan tenaga hasil pembakaran tidak maksimal. Bahan bakar kemungkinan ada yang tidak ikut terbakar sehingga terbuang secara cuma-cuma dan bahan bakar menjadi boros. Untuk itu sistem bahan bakar harus mampu mengatasi semua kondisi tersebut.

**B. Komponen dan Cara Kerja Sistem Bahan Bakar Isuzu Panther 4JA1-L**

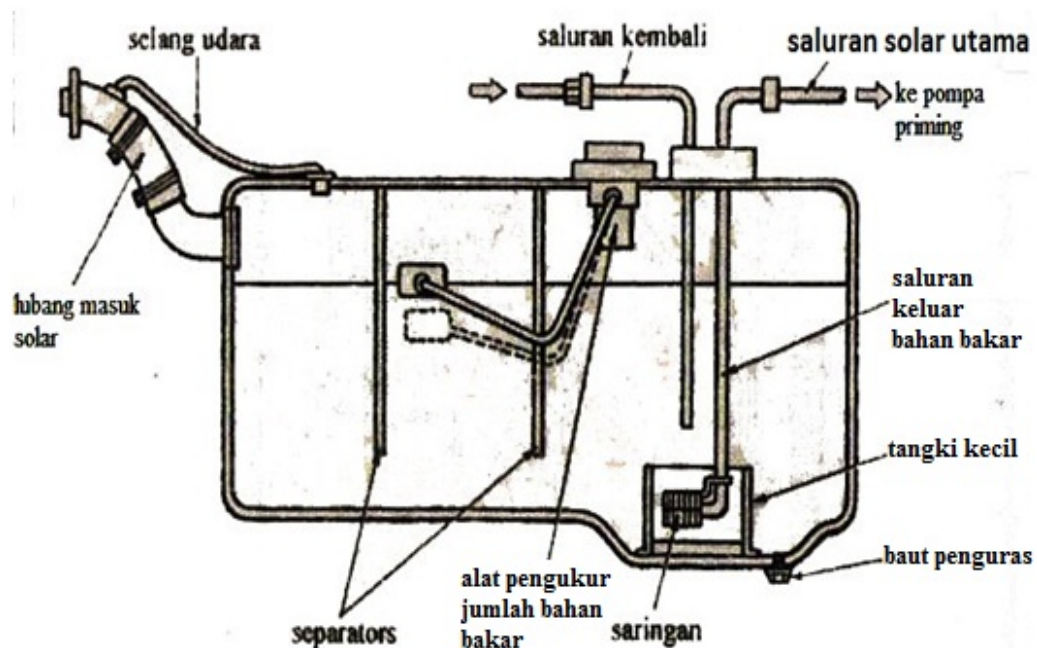
Pada umumnya komponen sistem bahan bakar mesin Diesel antara lain tangki bahan bakar, *priming pump*, *water sedimenter*, saringan bahan bakar, pompa penyalur, pompa injeksi, dan pengabut (*nozzle*). Di antara komponen tersebut yang membedakan dengan tipe *in-line* dengan *distributor* adalah konstruksi dari pompa *priming*, *water sedimenter*, saringan bahan bakar, pompa penyalur, pompa injeksi.

Sistem bahan bakar dengan pompa injeksi jenis *distributor* hanya membutuhkan satu plunyer injeksi untuk melayani seluruh silinder. Jumlah bahan bakar yang dibakar pada tiap silinder akan menjadi sama, kerja mesin akan lebih *konstan* dan lebih baik. Bahan bakar juga lebih hemat, karena hanya dibutuhkan satu plunyer untuk semua silinder. Tidak membutuhkan pelumas khusus untuk melumasi seluruh komponen pompa injeksi, karena bahan bakar yang akan diinjeksikan akan masuk ke rumah pompa dan akan melumasi seluruh komponen pompa injeksi.

Komponen-komponen dan cara kerja sistem bahan bakar Isuzu Panther 4JA1-L adalah

### **1. Tangki Bahan Bakar.**

Tangki bahan bakar berfungsi untuk menampung bahan bakar. Tangki bahan bakar yang digunakan ada bermacam-macam model. Tangki bahan bakar dibedakan berdasarkan volume tangki dan berdasar bentuk tangki. Volume tangki di pasaran disesuaikan dengan volume mesin Diesel yang akan digunakan. Mesin Diesel yang mempunyai volume silinder yang besar memerlukan ukuran tangki bahan bakar yang besar pula. Mesin Diesel yang bervolume silinder kecil juga memerlukan tangki bahan bakar yang sesuai.



Gambar 2.3. Tangki bahan bakar

<http://pipio81.blogspot.com/feeds/posts/default?orderby=updated>

Pada mobil letak tangki biasanya diletakkan pada bagian belakang mobil, peletakkan tangki ini umumnya jauh dari mesin. Adapun tujuan peletakkan tangki jauh dari mesin adalah untuk faktor keamanan agar tangki tidak meledak karena adanya panas mesin. Maka dari itulah tangki sengaja diletakkan jauh dari mesin. Perancangan tangki bahan bakar pada mobil pun tidaklah sederhana, tangki bahan bakar ini dibuat atas dasar perancangan yang matang. Ini semua bertujuan agar tangki aman dan permukaan bahan bakar dalam tangki tetap stabil, walaupun mobil sedang dalam posisi jalan yang tidak rata. Jika mobil melalui jalan yang tidak rata, maka bahan bakar dalam tangki akan terombang-ambing yang mengakibatkan penyedotan bahan bakar dari tangki akan terganggu, dan berakibat mesin akan tidak stabil hidupnya atau bahkan mesin dapat mati.

Konstruksi tangki bahan bakar mobil adalah :

1. Separator adalah komponen dari tangki bahan bakar yang gunanya menjaga kerataan permukaan bahan bakar dalam tangki disaat mobil mendapat kejutan karena jalan yang tidak rata, serta pada saat jalan menurun atau menanjak.
2. Lubang masuk bahan bakar adalah komponen dari tangki bahan bakar yang menjadi saluran masuk dari tangki pada saat melakukan pengisian bahan bakar ke tangki.
3. Selang udara adalah komponen tangki yang berguna untuk memudahkan pengisian bahan bakar ke tangki bahan bakar. Selang udara ini berguna sebagai ventilasi saat pengisian solar dilakukan.
4. *Fuel gauge sender unit* adalah komponen dari tangki bahan bakar yang berguna sebagai indikator untuk mengetahui jumlah bahan bakar dalam tangki bahan bakar, yang dimana pengemudi dapat melihatnya dari *dashboard*. Atau bisa dikatakan *fuel gauge* adalah sensor untuk mengetahui jumlah bahan bakar dalam tangki.
5. Saringan adalah komponen dari tangki bahan bakar yang berguna untuk menyaring kotoran yang terkandung dalam bahan bakar sebelum masuk ke dalam *fuel inlet tube*.
6. *Fuel inlet tube* adalah komponen dari tangki bahan bakar yang berguna sebagai saluran keluar bahan bakar untuk dialirkan ke pompa priming
7. Saluran kembali adalah komponen dari tangki yang berguna sebagai saluran pengembalian bahan bakar dari pompa injeksi atau dari *nozzel*, bila pompa injeksi sudah penuh dengan bahan bakar.

8. *Sub tank* adalah tangki kecil dalam tangki bahan bakar yang berguna untuk membentuk ruang bagi bahan bakar agar tidak terjadi kekosongan bahan bakar yang akan disedot melalui saringan.
9. *Drain plug* adalah komponen berupa baut yang berguna untuk membuka saluran pengurasan tangki bahan bakar pada saat dilakukan pengurasan tangki bahan bakar.

## 2. Pompa Priming (*Priming Pump*)

Pompa priming berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki bahan bakar pada saat mengeluarkan udara palsu dari sistem bahan bakar. Udara palsu dapat masuk ke dalam sistem bahan bakar disebabkan tangki kehabisan bahan bakar, saluran, saringan, dan pompa injeksi diganti. Pompa priming ini digerakan dengan tangan untuk mengalirkan bahan bakar. Pompa priming pada pompa injeksi jenis *distributor* bersatu dengan saringan bahan bakar. Pompa priming mempunyai komponen, antara lain katup masuk (*inlet check valve*), katup keluar (*outlet check valve*), diafragma (*diaphragm*), ruang pompa (*pump chamber*), tuas pompa (*pump handle*), dan pegas pompa. Pompa priming ini merupakan jenis pompa kerja tunggal (*single acting*).

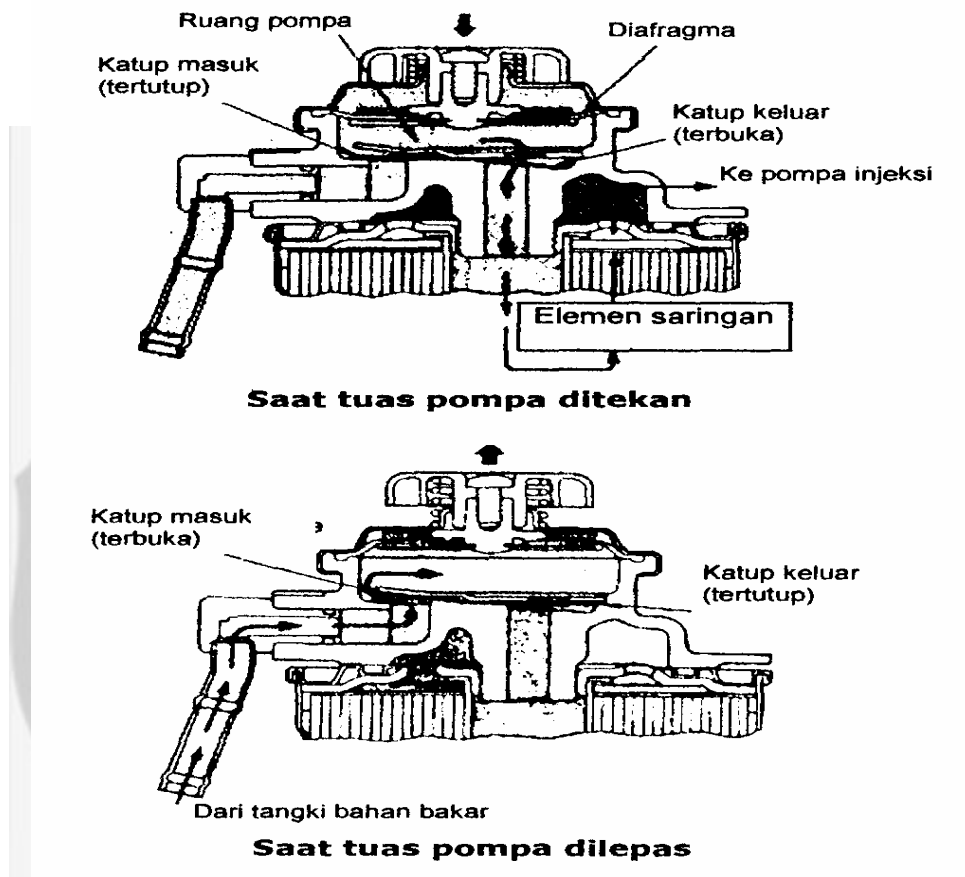
Cara kerjanya adalah:

- a. Saat tuas pompa ditekan (saat memompa)

Diafragma bergerak ke bawah menyebabkan katup keluar terbuka dan bahan bakar mengalir ke saringan bahan bakar saat yang sama katup masuk tertutup untuk mencegah bahan bakar mengalir kembali ke tangki.

- b. Saat tuas pompa dilepas (saat menghisap)

Tegangan pegas pompa mengembalikan diafragma keposisi semula dan menimbulkan kevakuman, katup masuk terbuka sedangkan katup keluar tertutup dan bahan bakar masuk ke ruang pompa.



Gambar 2.4. Pompa Priming untuk pompa injeksi jenis *distributor*. (Isuzu Training Center, *Mekanisme Mesin Diesel dan Bensin*, 35)

### 3. Saringan Bahan Bakar (*Fuel Filter*) dan *Water Sedimenter*

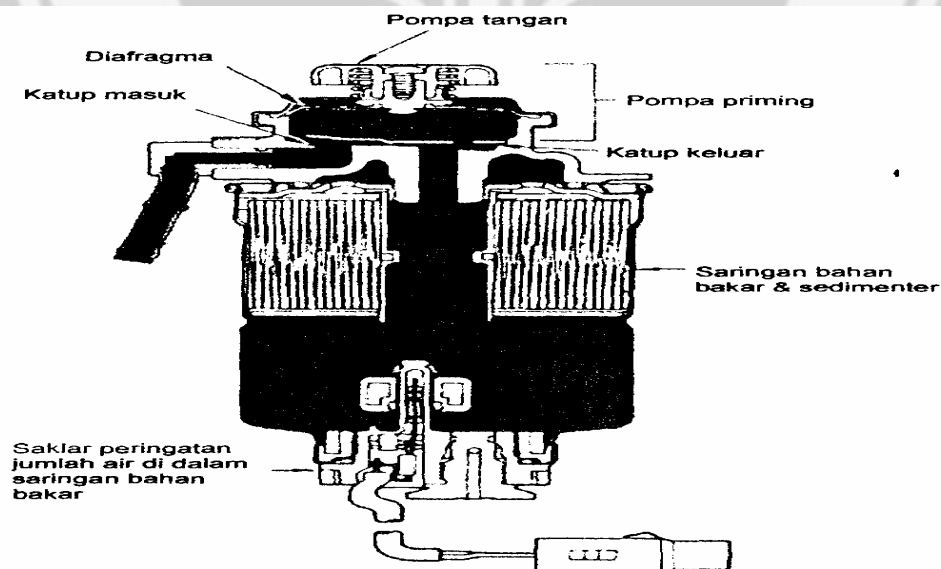
Saringan bahan bakar berfungsi untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran dan *water sedimenter* berfungsi untuk memisahkan kandungan air yang terbawa di dalam aliran bahan bakar. Saringan bahan bakar mempunyai bentuk terpadu dengan *water sedimenter*.

Bagian atas terdapat saluran masuk dan keluar serta pompa priming. Bagian tengah terdapat elemen saringan yang berfungsi untuk menyaring

kotoran yang terbawa bahan bakar sehingga sistem bahan bakar diharapkan bersih dari kotoran dan suplai bahan bakar ke mesin menjadi lancar.

Sedangkan pada bagian bawah saringan terdapat pemisah air (*water sedimenter*) yang berfungsi untuk memisahkan kandungan air yang ikut terbawa bahan bakar. *Water sedimenter* ini dilengkapi dengan saklar (*switch*) untuk memberitahu pengemudi tentang air yang berada di bagian bawah rumah saringan. Apabila jumlah air sudah banyak, *switch* ini akan menyalakan lampu indikator *water drainer* yang terdapat di bagian *dashboard*, sehingga pengemudi akan mengetahui air yang ada di dalam *water sedimenter* sudah banyak dan harus dikeluarkan. Cara membuang air dengan membuka baut penguras yang ada pada bagian bawah badan saringan bahan bakar.

Saringan bahan bakar harus diganti apabila kendaraan sudah berjalan 30.000 km atau sekitar 300-400 jam kerja.



Gambar 2.5. Saringan Bahan Bakar untuk pompa injeksi jenis *distributor*.  
(*Isuzu Training Center, Mekanisme Mesin Diesel dan Bensin, 34*)



#### 4. Pompa Injeksi (*Injection Pump*)

Pompa injeksi adalah pompa yang berfungsi untuk memberikan tekanan tinggi pada bahan bakar yang akan diinjeksikan atau disemprotkan oleh *nozzel* ke dalam ruang bakar agar menjadi partikel yang lebih kecil dan mudah tercampur dengan udara yang sudah dikompresikan sehingga mudah terbakar.

##### a. Komponen Pompa Injeksi

Di dalam rangkaian rumah pompa injeksi terdapat komponen-komponen penting, antara lain:

- 1) Pompa penyalur (*feed pump*) berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan mengalirkan ke rumah pompa injeksi.
- 2) Katup pengatur tekanan bahan bakar (*pressure control valve*) berfungsi untuk mengatur tekanan bahan bakar di dalam rumah pompa injeksi sesuai dengan putaran mesin.
- 3) *Governor* berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang akan diinjeksikan ke dalam ruang bakar sesuai dengan beban mesin.
- 4) Pengontrol waktu injeksi (*automatic timer*) berfungsi untuk mengatur waktu penginjeksian bahan bakar sesuai dengan putaran mesin berdasarkan tekanan bahan bakar di dalam rumah pompa injeksi.
- 5) Katup selenoid (*solenoid valve*) berfungsi untuk membuka saluran

bahan bakar yang akan masuk ke ruang pompa injeksi dan menutup saluran bahan bakar yang akan masuk ke ruang pompa injeksi ketika kontak “OFF”, sehingga aliran bahan bakar akan berhenti dan mesin akan mati.

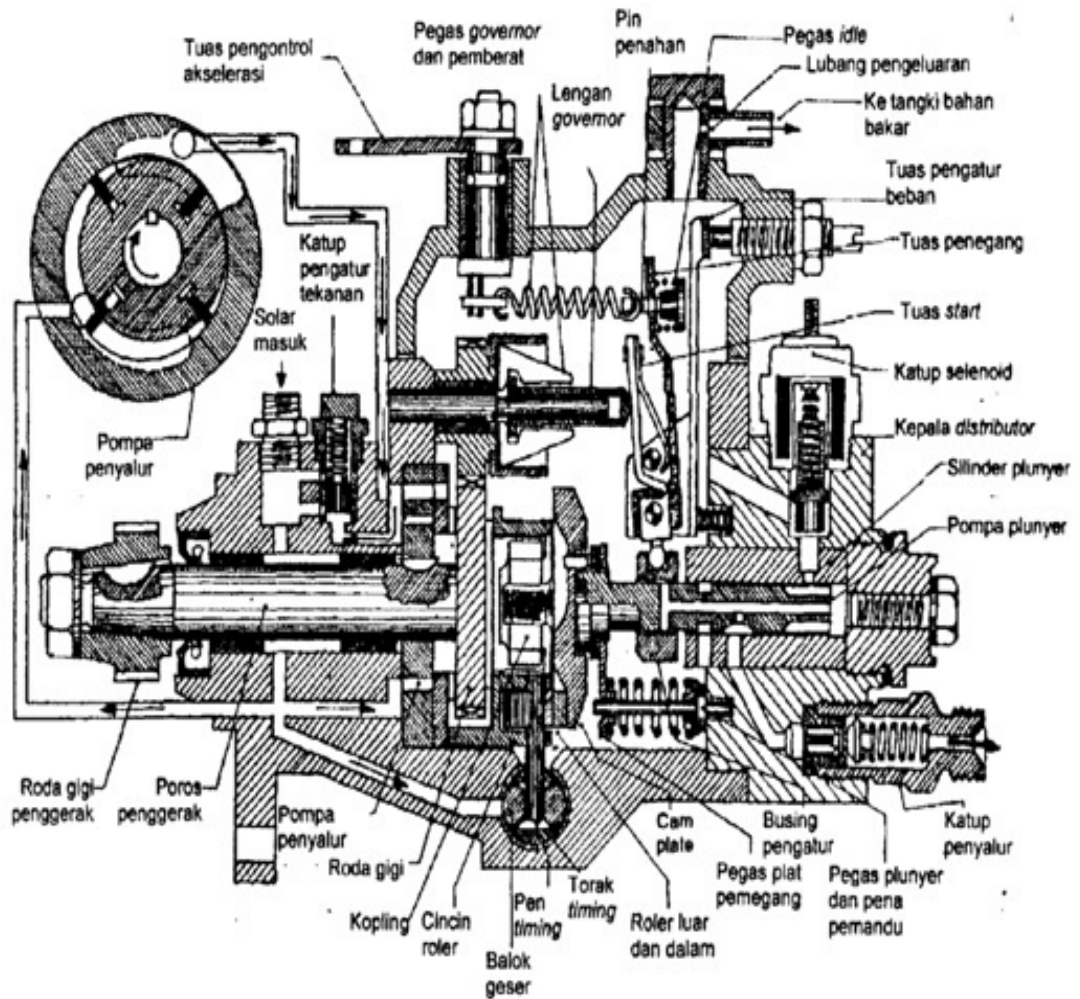
- 6) Pompa plunyer berfungsi untuk meningkatkan tekanan bahan bakar yang akan diinjeksikan ke dalam ruang bakar.
- 7) Plat bubungan (*cam plate*) berfungsi untuk menghasilkan gerakan maju dan mundur yang merupakan gerakan memompa.
- 8) Roler (*Roller*) berfungsi sebagai tumpuan plat hubungan yang memungkinkan plunyer dapat berputar dengan bebas yang merupakan gerakan mendistribusikan bahan bakar bertekanan tinggi ke seluruh *nozzel* sesuai dengan urutan pembakaran.
- 9) Katup penyalur (*Delivery valve*) berfungsi untuk menutup bahan bakar dengan cepat ketika injeksi berakhir, sehingga pada *nozzel* tidak terjadi tetesan bahan bakar.

Komponen-komponen yang akan diuraikan, antara lain: pompa penyalur (*feed pump*), katup pengatur tekanan bahan bakar (*pressure control valve*), *governor*, pengontrol waktu injeksi (*automatic timer*), katup elektromagnet (*solenoid valve*), pompa plunyer (*plunger*), katup penyalur (*delivery valve*).

Gambar 2.6 adalah gambar konstruksi pompa injeksi tipe *distributor*, dan gambar tersebut dapat dilihat pompa penyalur bersatu dengan rumah pompa injeksi. Plunyer injeksi digerakan oleh .plat bubungan (*cam plate*) yang dihubungkan dengan poros penggerak (*drive shaft*). *Cam plate* ditekan oleh pegas plunyer dan plat bubungan mempunyai permukaan yang bergelombang. Permukaan yang bergelombang yang menonjol sebanyak empat buah. *Cam plate* ini akan ditekan oleh pegas untuk selalu

berhubungan dengan *roller*. Apabila *cam plate* berputar maka bentuk gelombang *cam plate* akan memajukan dan memundurkan *plunyer*.

Konstruksi pompa injeksi mesin Isuzu Panther 4JA1-L dapat dilihat pada gambar 2.6:



Gambar 2.6. Konstruksi pompa injeksi mesin Diesel Isuzu Panther (Heisler Heinz, *Advanced Engine Technology*, 1995: 582)

Jadi selain berputar *plunyer* juga bergerak maju dan mundur. Gerakan berputar dan maju-mundur seperti inilah yang bisa

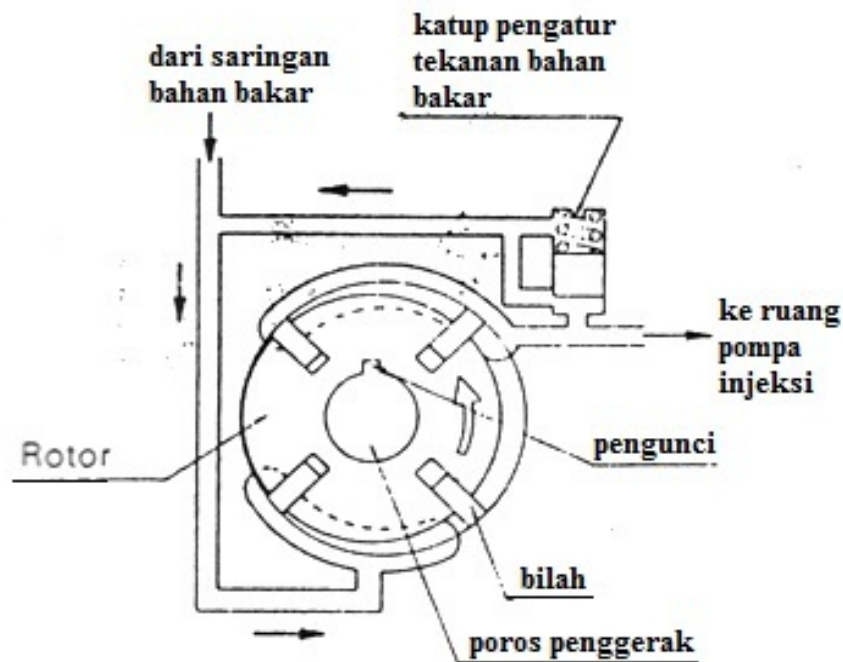
memungkinkan bahan bakar diinjeksikan, juga sekaligus membagi penginjeksian menuju ke empat silinder sesuai dengan urutan pembakaran.

b. Cara Kerja Komponen Pompa Injeksi, antara lain:

### 1) Pompa Penyalur (*Feed Pump*)

Tangki bahan bakar yang letaknya tidak sama dengan atau di bawah pompa injeksi, maka untuk mengalirkannya diperlukan pompa penyalur. Pompa penyalur (*feed pump*) berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan mengalirkan ke rumah pompa injeksi. Pompa penyalur untuk Isuzu Panther 4JA1-L konstruksinya bersatu dengan rumah pompa injeksi dan digerakan oleh poros penggerak pompa, atau biasa disebut tipe *vane*.

Cara kerja pompa penyalur ini menggunakan *rotor*, empat bilah (*blade*), dan *liner*. Semua komponen tersebut dirangkai menjadi satu untuk menghasilkan tenaga hisap. *Rotor* pompa penyalur diputar oleh poros penggerak (*drive shaft*). *Rotor* ini memiliki sudu-sudu. Bagian dalam *liner* tidak lurus terhadap sumbu putaran *rotor*, sehingga sebagian sisi *rotor* menempel ke dinding dan sisi yang lain tidak menempel (lihat gambar 2.7). Apabila *rotor* berputar sudu-sudunya selalu merapat ke dinding ruang tekan (*pressure chamber*) itu karena adanya gaya *sentrifugal*. Kerapatan sudu-sudu ini akan menghasilkan tenaga penghisapan. Akibatnya bahan bakar akan terhisap ke ruang tekan dan bahan bakar akan ditekan ke ruang pompa melalui lubang pengeluaran.



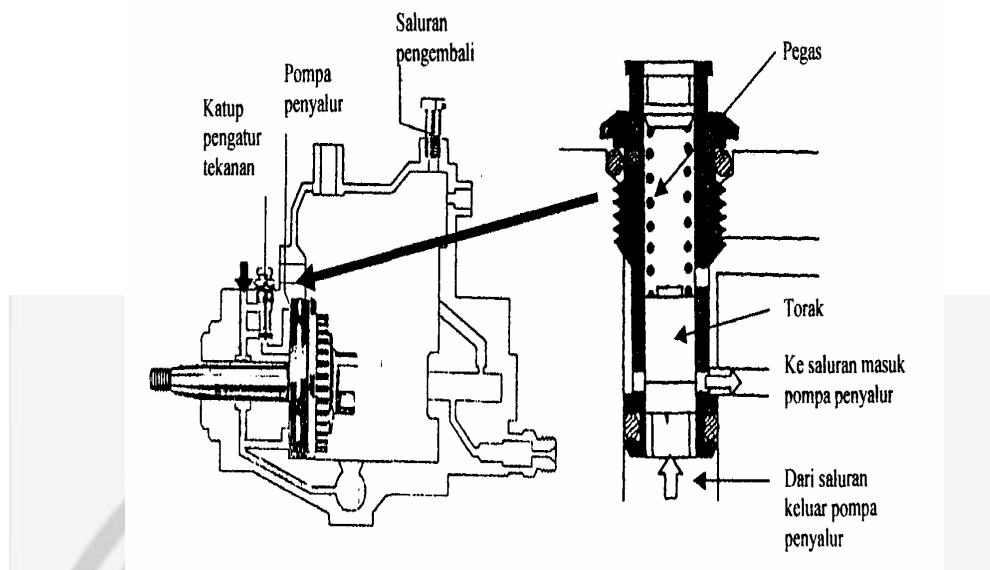
Gambar 2.7. Pompa penyalur bahan bakar (ZEXEL, Servis Manual Pompa Injeksi Model VE, 7)

## 2) Katup Pengatur Tekanan Bahan Bakar (*Pressure Control Valve*)

Katup pengatur tekanan bahan bakar berada di dalam rumah pompa. Katup ini berfungsi untuk mengatur tekanan bahan bakar dalam rumah pompa yang akan naik sesuai dengan naiknya putaran mesin.

Cara kerja katup pengatur tekanan bahan bakar adalah saat putaran mesin naik kerja pompa penyalur juga akan bertambah cepat yang berakibat tekanan bahan bakar naik. Apabila tekanan bahan bakar di dalam rumah pompa injeksi naik, maka tekanan tersebut akan mampu mendorong pegas torak katupnya dan bahan bakar akan mengalir ke saluran masuk pompa penyalur sehingga tekanan bahan

bakar di dalam rumah pompa akan stabil.



Gambar 2.8. Katup pengatur tekanan bahan bakar (PPPGT VEDC Malang, Sistem Bahan Bakar Diesel Step 2, 2000: 2-3)

### 3) *Governor*

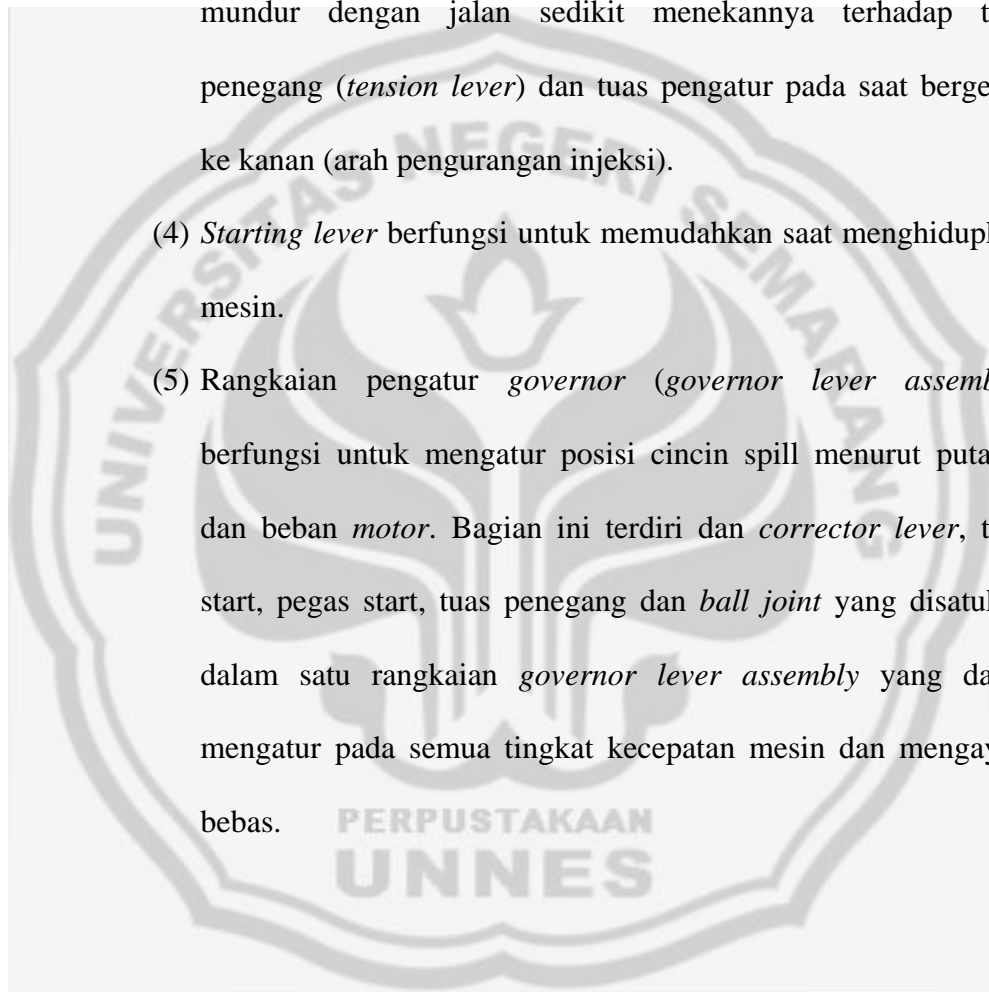
*Governor* berfungsi untuk mengatur volume bahan bakar yang diinjeksikan dengan cara menambah atau mengurangi jumlah bahan bakar sesuai dengan beban mesin. *Governor* mengatur batas kecepatan tertinggi dan terendah serta tingkat kecepatan lainnya.

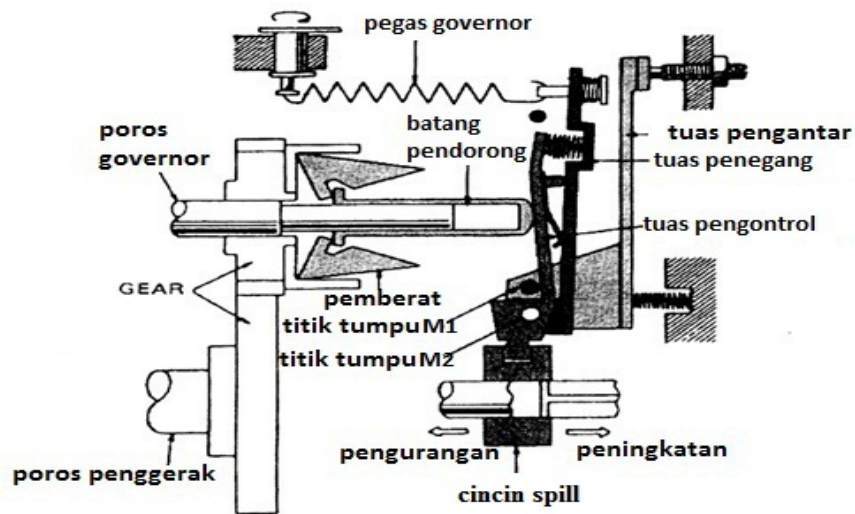
#### a) Konstruksi *Governor*

Pada saat motor berputar cepat *governor* akan mengurangi jumlah bahan bakar yang diinjeksikan dan saat motor berputar lambat (*idle*) *governor* akan menambah jumlah bahan bakar yang diinjeksikan. Prinsip kerja *governor* dengan memanfaatkan gaya *sentrifugal* pemberat (*fly weight*) dari putaran *motor*.

Komponen *governor* antara lain:

- (1) Pemberat (*fly weight*), berfungsi untuk mendeteksi putaran poros pendorong *governor sleeve*.
- (2) Batang pendorong *governor (governor sleeve)* berfungsi untuk meneruskan gaya *sentrifugal* pemberat ke *starting lever*.
- (3) Pegas *idle* berfungsi untuk mencegah *governor* maju atau mundur dengan jalan sedikit menekannya terhadap tuas penegang (*tension lever*) dan tuas pengatur pada saat bergerak ke kanan (arah pengurangan injeksi).
- (4) *Starting lever* berfungsi untuk memudahkan saat menghidupkan mesin.
- (5) Rangkaian pengatur *governor (governor lever assembly)* berfungsi untuk mengatur posisi cincin *spill* menurut putaran dan beban *motor*. Bagian ini terdiri dan *corrector lever*, tuas start, pegas start, tuas penegang dan *ball joint* yang disatukan dalam satu rangkaian *governor lever assembly* yang dapat mengatur pada semua tingkat kecepatan mesin dan mengayun bebas.





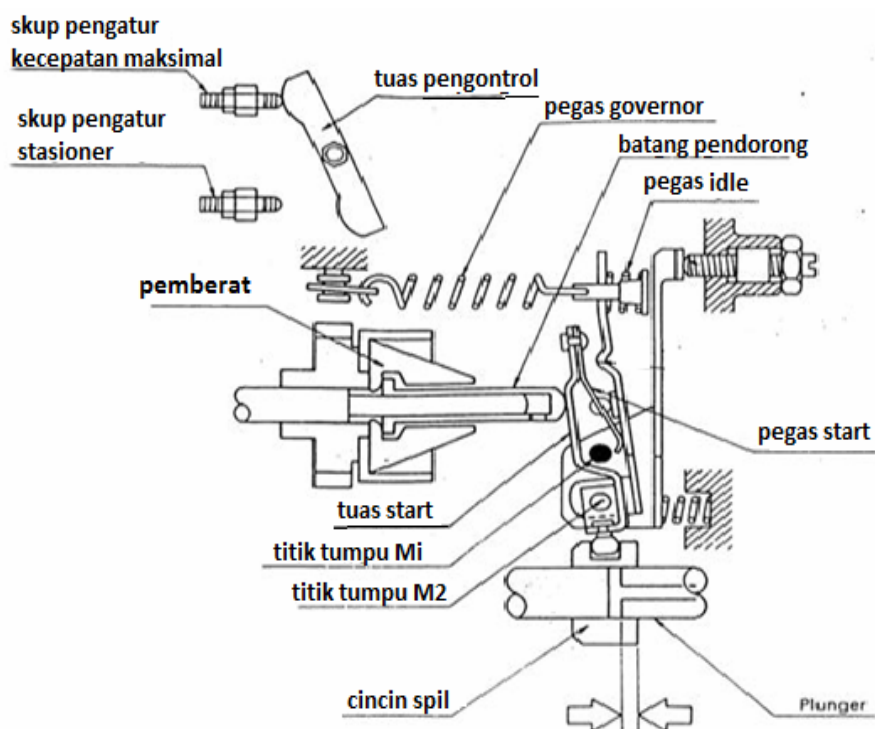
Gambar 2.9. Konstruksi *governor*  
(Sukoco dan Zainal Arif, Teknologi Motor Diesel, 2008 : 112)

#### b) Cara kerja *governor*

##### (1) Saat mulai menghidupkan motor

Pedal akselerasi yang diinjak penuh, tuas pengontrol (*control lever*) akan berada pada posisi beban penuh. Tuas penegang (*tension lever*) akan tertarik ke kiri sampai menyentuh pembatas. Batang pendorong (*governor sleeve*) terdorong pegas pada posisi netral dan pemberat (*fly weight*) akan menutup rapat. Keadaan ini menyebabkan tuas start yang bertumpu di “M2” berputar ke kiri dan cincin spill (*spill ring* atau *control sleeve*) bergerak ke kanan, sehingga celah antara cincin spill dengan rumah pompa pada posisi yang paling sempit. Keadaan ini menyebabkan bahan bakar akan diinjeksikan pada volume yang maksimal, karena volume bahan bakar yang keluar dari ruang tekan melalui saluran pembuang plunyer menjadi sedikit.



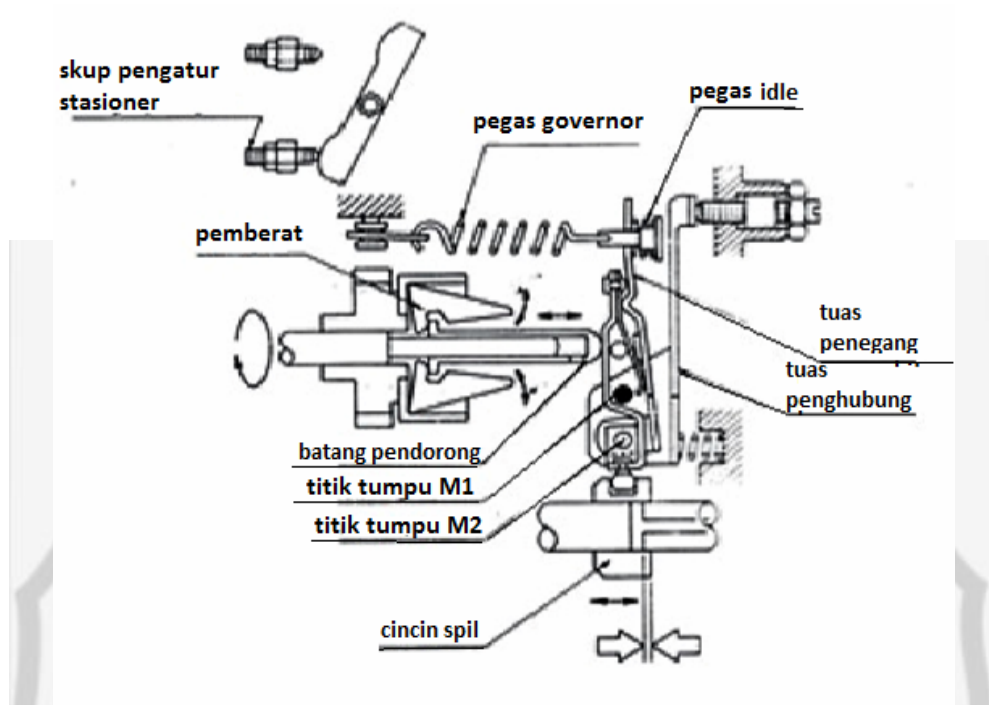


Gambar 2.10. Kedudukan *governor* saat motor mulai dihidupkan (Zexel, Service Manual Pompa Injeksi Model VE, 15)

(2) Saat motor berputar *idle*

Motor hidup, kemudian pedal akselerasi dilepaskan, motor akan berputar *idle*, tuas pengontrol (*control lever*) akan kembali pada posisi *idle* dimana pegas *governor* (*governor spring*) tidak lagi menarik tuas penegang. Pemberat dapat mulai bekerja yaitu membuka ke luar karena gaya *sentrifugal*. Hal ini akan menyebabkan batang pendorong (*governor sleeve*) bergerak ke kanan mendorong tuas start (*starting lever*) yang ditahan oleh pegas *idle* (*spring idle*). Pada saat ini tuas start (*starting lever*) akan terdorong ke kanan dan berputar pada titik tumpu “M2”. Putaran ini akan menyebabkan cincin spil atau *control sleeve* bergerak ke kiri, sehingga celah antara cincin dengan rumah pompa semakin

lebar, hal ini menyebabkan bahan bakar yang diinjeksikan akan sesuai dengan kebutuhan motor saat berputar *idle*.

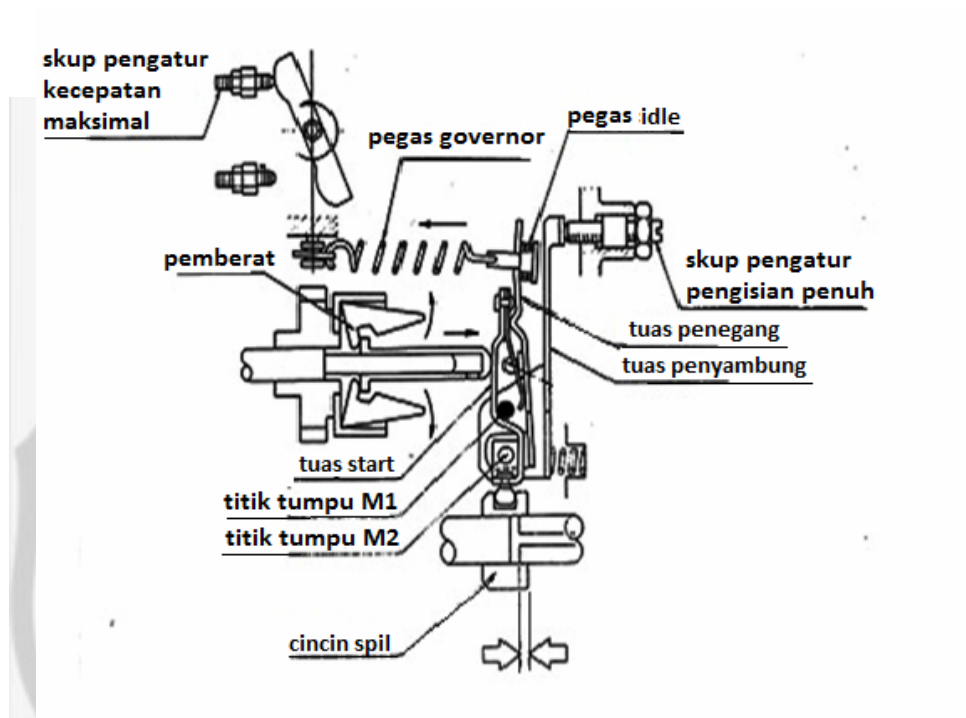


Gambar 2.11. Kedudukan *governor* saat motor berputar *idle* (Zexel, Service Manual Pompa Injeksi Model VE, 16)

(3) Saat pedal akselerasi diinjak penuh (beban bertambah)

Tuas pengatur bergerak ke posisi beban penuh (pedal akselerasi diinjak penuh), maka tegangan pegas pengatur (*control spring*) menjadi besar, sehingga pegas *idle* (*idle spring*) tertekan sepenuhnya. Tuas penegang (*tension lever*) akan tertarik dan tuas start (*starting lever*) bergerak ke kiri dengan titik pusat “M2”. Putaran tuas start ini akan menggeser cincin spill ke kanan seimbang dengan gaya *sentrifugal* yang timbul oleh pemberat (*fly weight*). Keadaan ini mengakibatkan celah antara cincin spill dan rumah pompa kembali menyempit seimbang dengan gaya

*sentrifugal* pemberat. Bila celah kembali sempit, maka bahan bakar yang akan diinjeksikan akan bertambah. Penambahan bahan bakar ini, mengakibatkan putaran motor akan naik menjadi lebih tinggi.

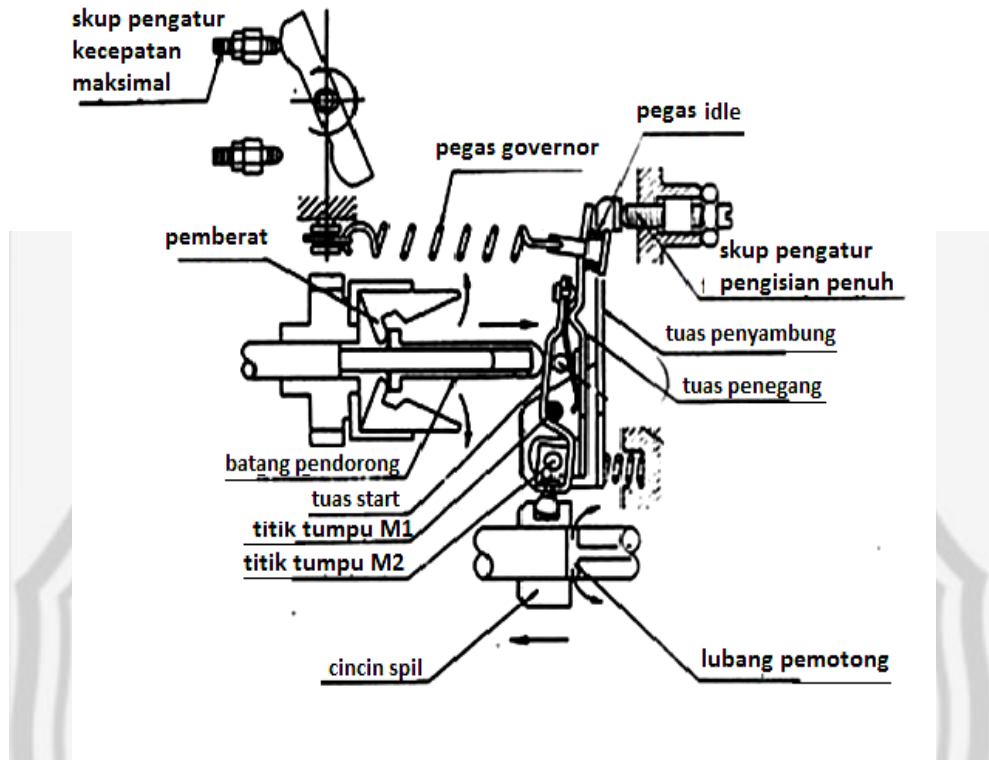


Gambar 2.12. Kedudukan *governor* saat kecepatan maksimal (beban penuh) (Zexel, Service Manual Pompa Injeksi Model VE, 17)

#### (4) Saat kecepatan putaran mesin tinggi

Apabila putaran motor naik (beban berkurang) dan gaya *sentrifugal* pemberat akan mampu mengalahkan gaya tarik pegas *governor* pegas pengatur (*control spring*). Tuas start (*starting lever*) dengan tuas penegang (*tension lever*) akan berputar dengan titik pusat “M2”, sehingga cincin spill akan bergeser ke kiri. Gerakan cincin spill ke kiri ini akan mengakibatkan celah antara cincin spill dengan rumah plunyer menjadi lebih lebar, sehingga

bahan bakar yang diinjeksikan akan berkurang saat putaran mesin tinggi dan mampu mencegah *over running*.



Gambar 2.13. Kedudukan *governor* saat putaran mesin tinggi (Zexel, Service Manual Pompa Injeksi Model VE, 18)

#### 4) Pengontrol Waktu Injeksi (*Automatic Timer*)

Pengontrol waktu injeksi berfungsi untuk memajukan atau memundurkan waktu penginjeksian bahan bakar sesuai dengan putaran mesin berdasarkan tekanan bahan bakar di dalam ruang pompa injeksi.

##### a) Cara kerja *Automatic Timer*

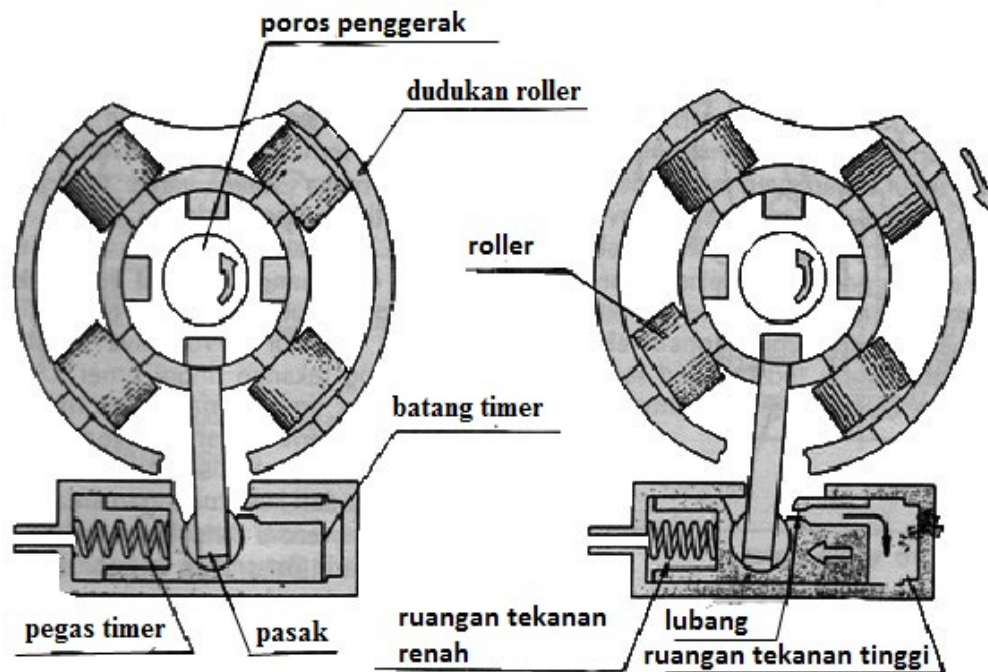
Mesin yang berputar dengan rpm tinggi, maka waktu penginjeksian bahan bakar harus dimajukan untuk memperoleh tenaga yang baik.

Pengajuan waktu injeksi ini diatur secara otomatis dengan pengontrol waktu injeksi (*automatic timer*).

Prinsip kerja untuk memajukan atau memundurkan waktu injeksi adalah dengan merubah kedudukan *roller* yang berhubungan dengan *cam plate plunyer*. Bila torak bergerak ke kiri maka waktu penginjeksian akan lebih maju dan bila bergerak ke kanan atau kembali ke posisi nol maka tidak ada pengajuan saat penginjeksian.

Torak *automatic timer* bergerak maju mundur akibat dari perubahan tekanan di dalam ruang pompa injeksi. Mesin berputar cepat maka tekanan bahan bakar juga akan naik. Keadaan ini akan mendorong torak yang ditahan pegas kearah memajukan dan merubah kedudukan balok geser (*sliding block*). *Sliding block* akan mengubah gerakan geser piston menjadi gerak putar pada cincin *roller* melalui *timing pin*. Bila cincin *roller* berputar, maka akan mengubah posisi *roller* kearah pengajuan waktu injeksi, sehingga waktu penginjeksian bahan bakar awal.

Pada saat putaran mesin turun, tekanan bahan bakar di dalam ruang injeksi juga akan turun. Tekanan bahan bakar tidak akan mampu mendorong torak kearah pengajuan injeksi karena dorongan pegas torak lebih kuat. Sehingga *roller* akan berubah pada posisi nol atau tidak ada pengajuan waktu penginjeksian (gambar 2.14).

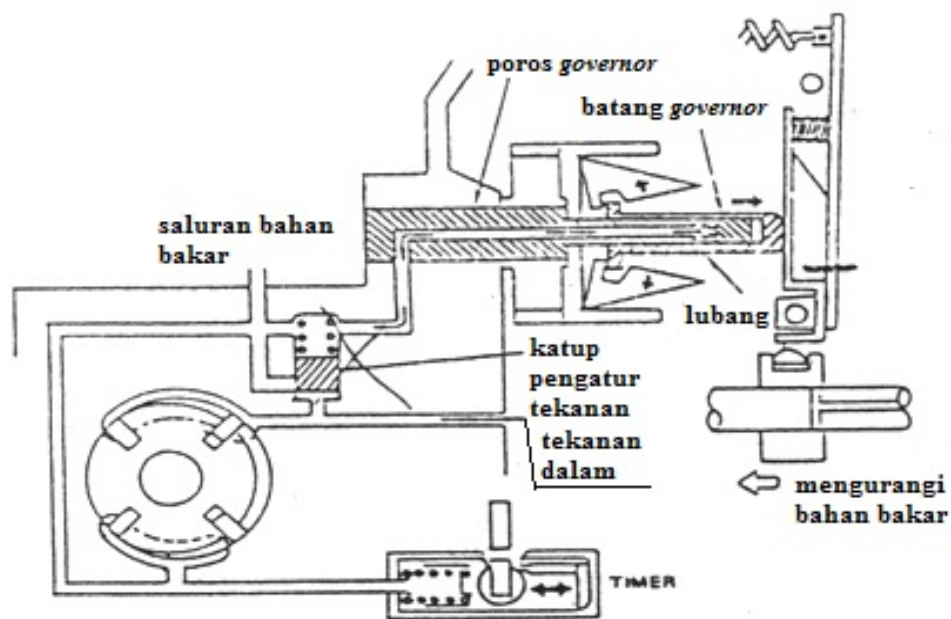


Gambar 2.14. Pengontrol waktu injeksi (*Automatic Timer*)  
(ZEXEL, Pompa Injeksi Model VE, 37)

b) Hubungan antara pengontrol waktu injeksi dengan *governor*

Pengontrol waktu injeksi juga berhubungan dengan *governor*.

Hubungan antara *governor* dan pengontrol waktu injeksi berfungsi untuk memundurkan saat injeksi saat beban sebagian saja yaitu pada kecepatan rendah dan menengah dan berguna untuk mengurangi keluarnya asap dan kebisingan mesin. Pada saat putaran mesin dinaikkan maka *governor* akan bekerja dan secara otomatis *automatic timer* juga akan memajukan waktu penginjeksian. *Governor* dengan pengontrol waktu injeksi dihubungkan dengan sebuah saluran bahan bakar yang terdapat pada batang pendorong *governor* (gambar 2.15). Saluran ini berhubungan dengan saluran hisap bahan bakar pada *feed pump* dan ruang tekanan rendah *automatic timer*.



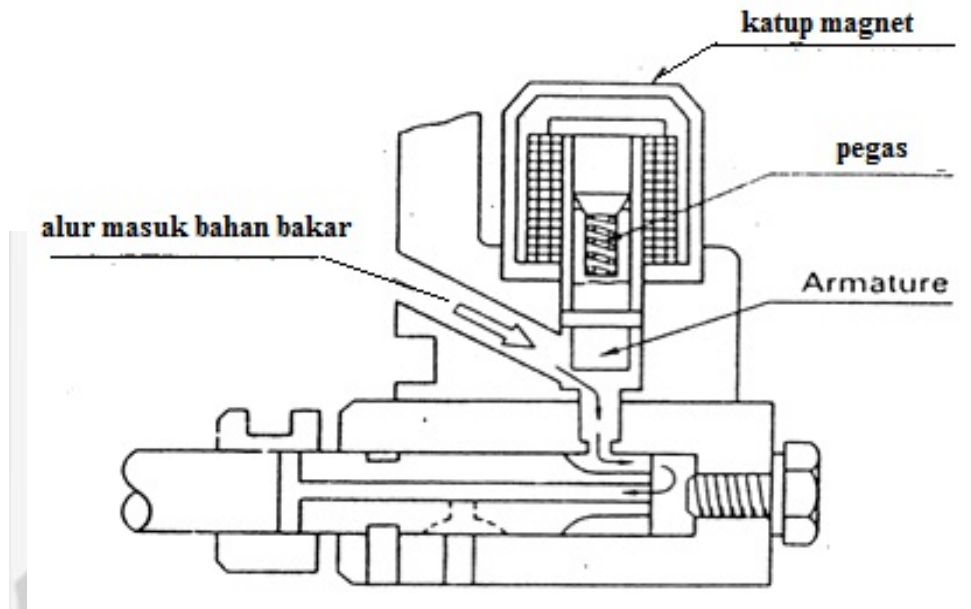
Gambar 2.15. Hubungan kerja *governor* dengan pengontrol waktu injeksi (New Step 2, Training Manual Sistem Bahan Bakar Motor Diesel, 8)

Ketika putaran mesin dinaikkan, maka *governor* akan bekerja dan *governor sleeve* juga akan bergerak. Gerakan batang *governor* ini akan membuka saluran bahan bakar pada saluran *control port*. Tekanan bahan bakar di dalam rumah pompa injeksi akan mulai berkurang disertai turunnya tekanan di ruang tekanan tinggi *automatic timer* karena bahan bakar pada ruang pompa mengalir ke lubang masuk bahan bakar melalui *control port*, lubang *governor shaft* dan masuk ke saluran hisap *feed pump*. Hal ini akan menyebabkan waktu injeksi akan sedikit dimundurkan sehingga asap tidak berlebihan dan suara mesin tidak bising.

##### 5) Katup *Solenoid* (*Solenoid Valve*)

Mesin Diesel dapat dimatikan dengan cara menghentikan pengiriman bahan bakar. Saluran hisap pada rumah pompa ditutup dengan katup *solenoid* pada saat kontak dimatikan, sehingga bahan bakar tidak

dapat mengalir ke ruang tekanan tinggi. Katup *solenoid* berfungsi untuk mematikan mesin secara elektromagnetik.



Gambar 2.16. Katup *solenoid* (*fuel cut off solenoid*)  
(ZEXEL, Servis Manual Pompa Injeksi Model VE, 42)

Cara kerja katup *solenoid* adalah menggunakan elektromagnet untuk membuka dan menutup saluran pada saat kontak “ON”, maka akan timbul medan magnet pada kumparan *solenoid*, sehingga akan menarik katup *solenoid* ke atas. Katup *solenoid* yang tertarik ke atas akan membuka saluran pemasukan bahan bakar. Apabila kontak “OFF”, maka medan magnet kumparan *solenoid* akan hilang. Katup *solenoid* akan tertekan ke bawah oleh pegas pengembali, sehingga saluran pemasukan akan tertutup dan pengiriman bahan bakar akan berhenti. Bahan bakar berhenti diinjeksikan, maka mesin akan mati.

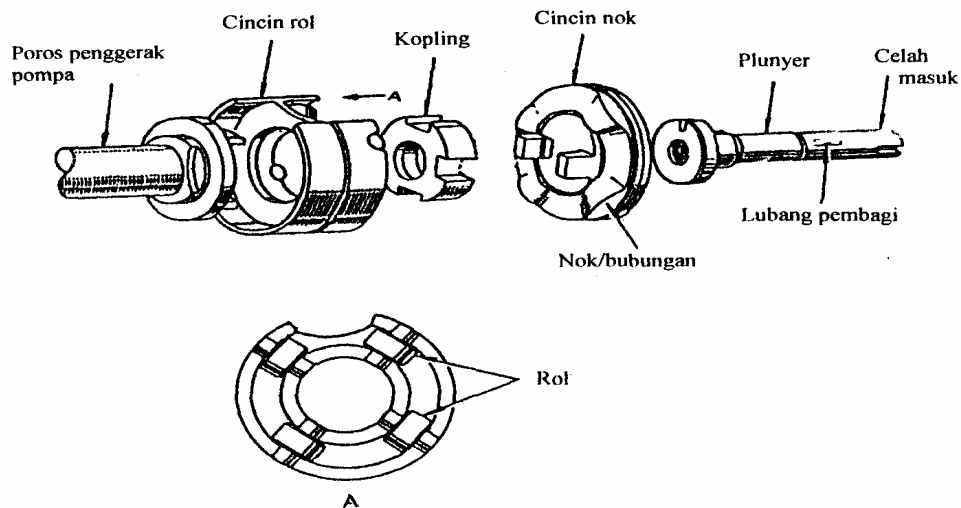


## 6) Pompa Plunyer

Pompa plunyer berfungsi untuk meningkatkan tekanan bahan bakar yang akan diinjeksi ke dalam ruang bakar.

Penginjeksian bahan bakar dilakukan oleh plunyer injeksi yang bergerak maju mundur di dalam silinder (*barrel*) yang digerakkan oleh plat bubungan (*cam plate*). Plunyer ini juga bergerak berputar yang digerakkan oleh poros penggerak (*drive shaft*) yang berfungsi mendistribusikan bahan bakar ke seluruh ruang bakar.

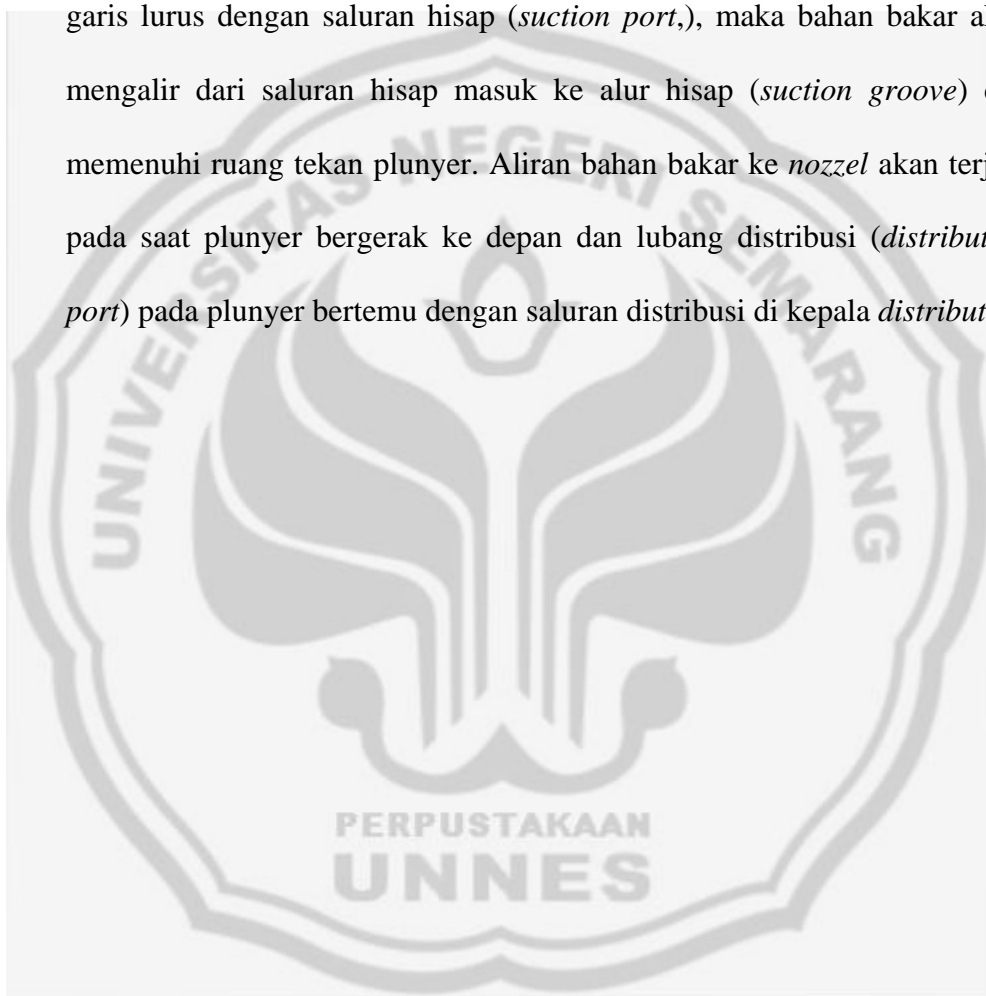
Konstruksi plat bubungan adalah bergelombang dengan empat puncak bubungan. Permukaan dan plat bubungan ini berhubungan dengan *roller* yang ditahan oleh pegas plunyer. Sehingga apabila *cam plate* berputar satu kali putaran akan menghasilkan empat kali gerakan bolak-balik plunyer. Jadi plunyer akan berputar dan sekaligus bergerak bolak-balik atau maju mundur.



Gambar 2.17. Konstruksi *cam plate* yang bergelombang (Sukoco dan Zainal Arif, Teknologi Motor Diesel, 2008 : 103)

Plunyer mempunyai empat alur hisap (*suction groove*) atau (*inlet slit*) dan satu lubang distribusi (*distribution port*). Pada bagian kepala *distributor* terdapat sebuah saluran hisap (*suction port* atau *inlet port*) dan empat buah saluran distribusi (*distribution passages*).

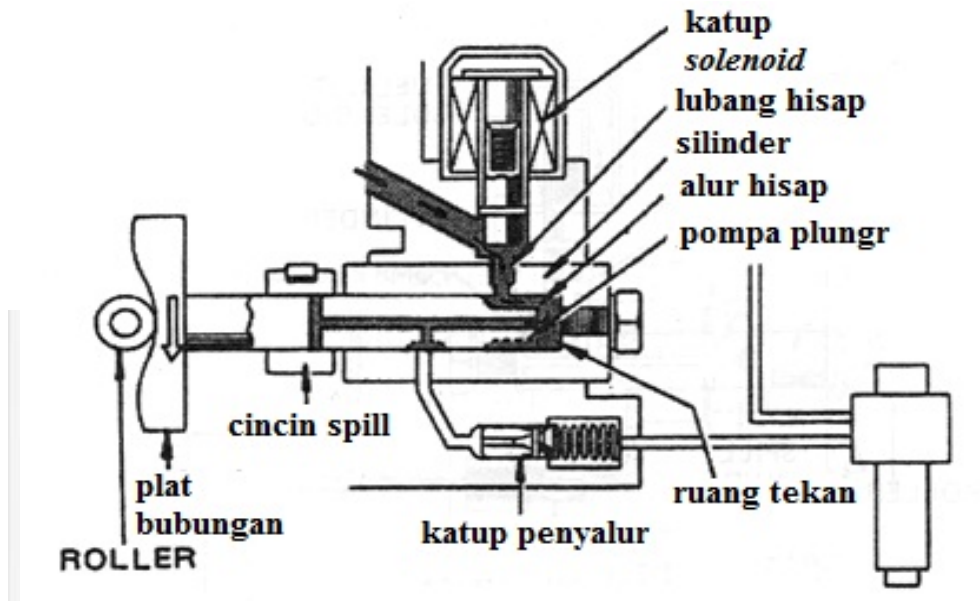
Apabila salah satu dari alur hisap (*suction groove*) berada pada satu garis lurus dengan saluran hisap (*suction port*), maka bahan bakar akan mengalir dari saluran hisap masuk ke alur hisap (*suction groove*) dan memenuhi ruang tekan plunyer. Aliran bahan bakar ke *nozzel* akan terjadi pada saat plunyer bergerak ke depan dan lubang distribusi (*distribution port*) pada plunyer bertemu dengan saluran distribusi di kepala *distributor*.



Gambar 2.18. Saluran-saluran pada pompa plunyer dari kepala *distributor* (Sukoco dan Zainal Arif, Teknologi Motor Diesel, 2008 : 102)

Cara kerja dari pengisian sampai proses penyamaan tekanan pompa plunyer tipe *distributor* pada Isuzu Panther 4JA1-L adalah sebagai berikut:

a) Saat pengisian bahan bakar



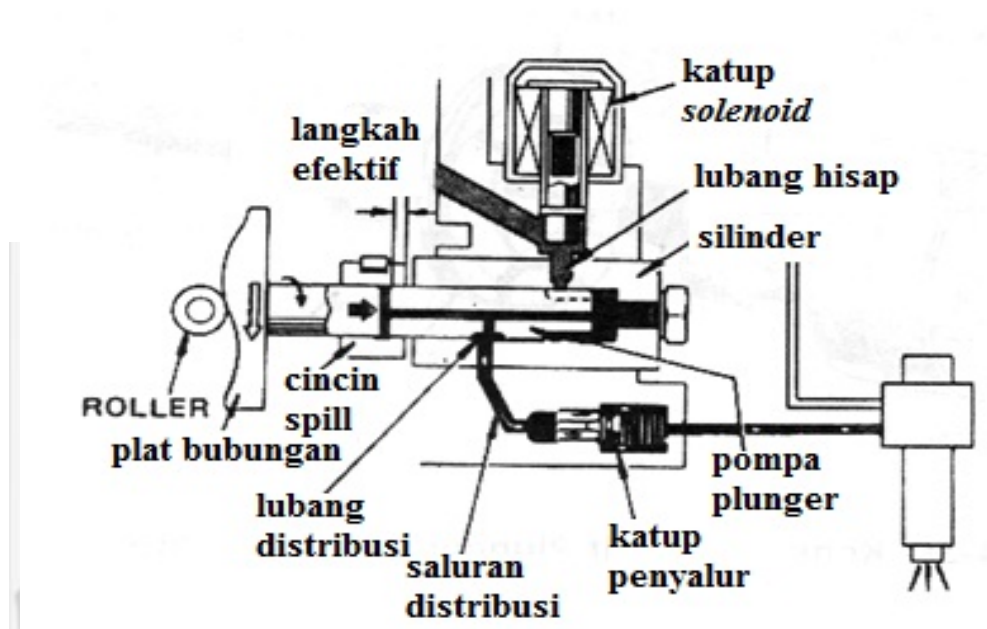
Gambar 2.19. Saat pengisian bahan bakar  
(Sukoco dan Zainal Arif, Teknologi Motor Diesel, 2008 : 103)

Plunyer bergerak ke kiri, salah satu dari alur hisap (*suction groove*) pada plunyer bertemu dengan saluran hisap (*suction port*). Bahan bakar akan mengalir dari ruang pompa melalui saluran hisap dan alur hisap menuju ke ruang tekan melalui lubang pada bagian tengah plunyer.

b) Saat mulai penginjeksian bahan bakar

*Cam plate* berputar dan plunyer juga ikut berputar. Alur hisap akan berputar sedikit, sehingga saluran hisap akan tertutup. Puncak gelombang *cam plate* akan mulai menekan *roller*, sehingga plunyer akan mulai bergerak ke kanan. Plunyer mulai menekan bahan bakar yang berada di ruang penginjeksian. Plunyer terus berputar dan pada saat lubang distribusi bertemu dengan salah satu saluran distribusi, maka bahan bakar yang

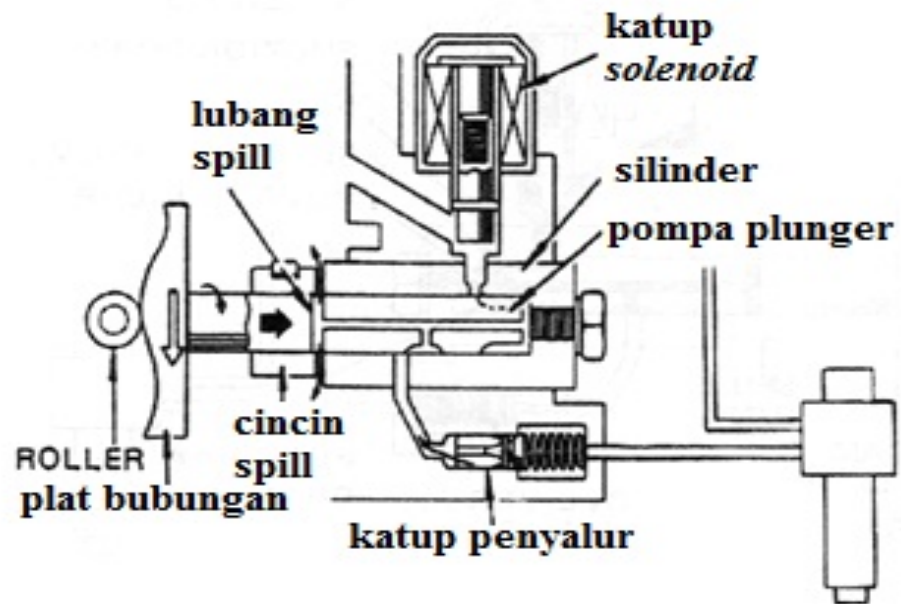
ditekan plunyer akan mengalir dengan tekanan tinggi ke saluran distribusi dan selanjutnya mengalir ke katup penyalur dan ke nosel injeksi.



Gambar 2.20. Saat mulai penginjeksian bahan bakar  
(Sukoco dan Zainal Arif, Teknologi Motor Diesel, 2008 : 104)

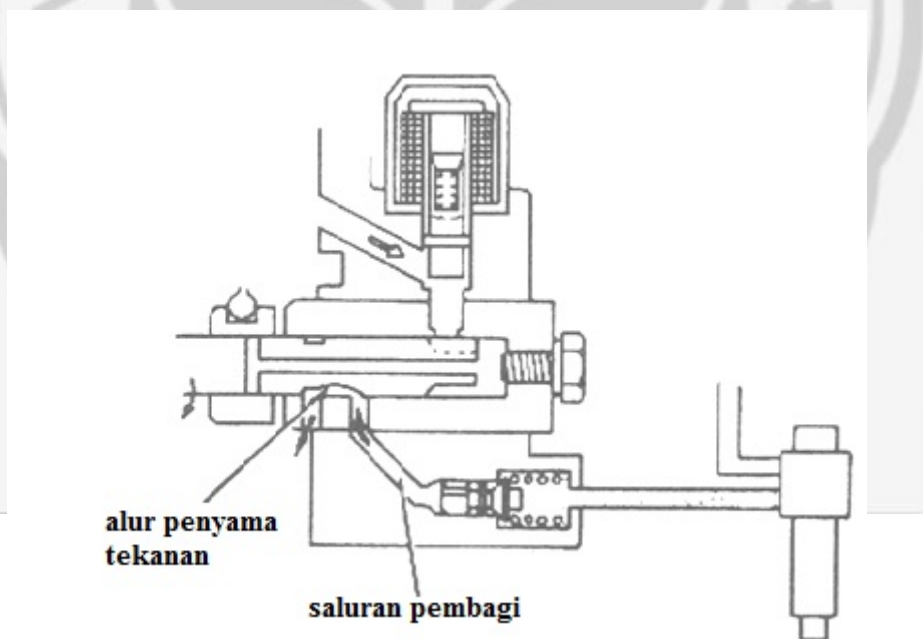
c) Saat penginjeksian berakhir

Plunyer terus bergerak ke kanan. Lubang pembuang (*spill port* atau *cut-off port*) plunyer akan bertemu dengan lubang celah antara *spill ring* dan rumah plunyer, sehingga bahan bakar akan mengalir ke luar dan penginjeksian bahan bakar akan berhenti.



Gambar 2.21. Saat penginjeksian berakhir  
(Sukoco dan Zainal Arif, Teknologi Motor Diesel, 2008 : 104)

d) Proses penyamaan tekanan



Gambar 2.22. Penyamaan tekanan injeksi bahan bakar  
(Sukoco dan Zainal Arif, Teknologi Motor Diesel, 2008 : 106)

Penyamaan tekanan ini digunakan untuk menyamakan selisih banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan antara silinder satu dengan silinder lainnya. Apabila plunyer sudah berputar  $180^0$  dan pada saat bergerak mundur alur penyama tekanan (*pressure equalizing groove*) akan tepat bertemu dengan saluran pembagi (*distributor passage*). Hal ini akan mengakibatkan bahan bakar akan mengalir melewati alur penyamaan tekanan, sehingga tekanan dalam saluran distribusi sebelum *delivery valve* akan selalu sama dengan ruang pompa setelah berputar  $180^0$ .

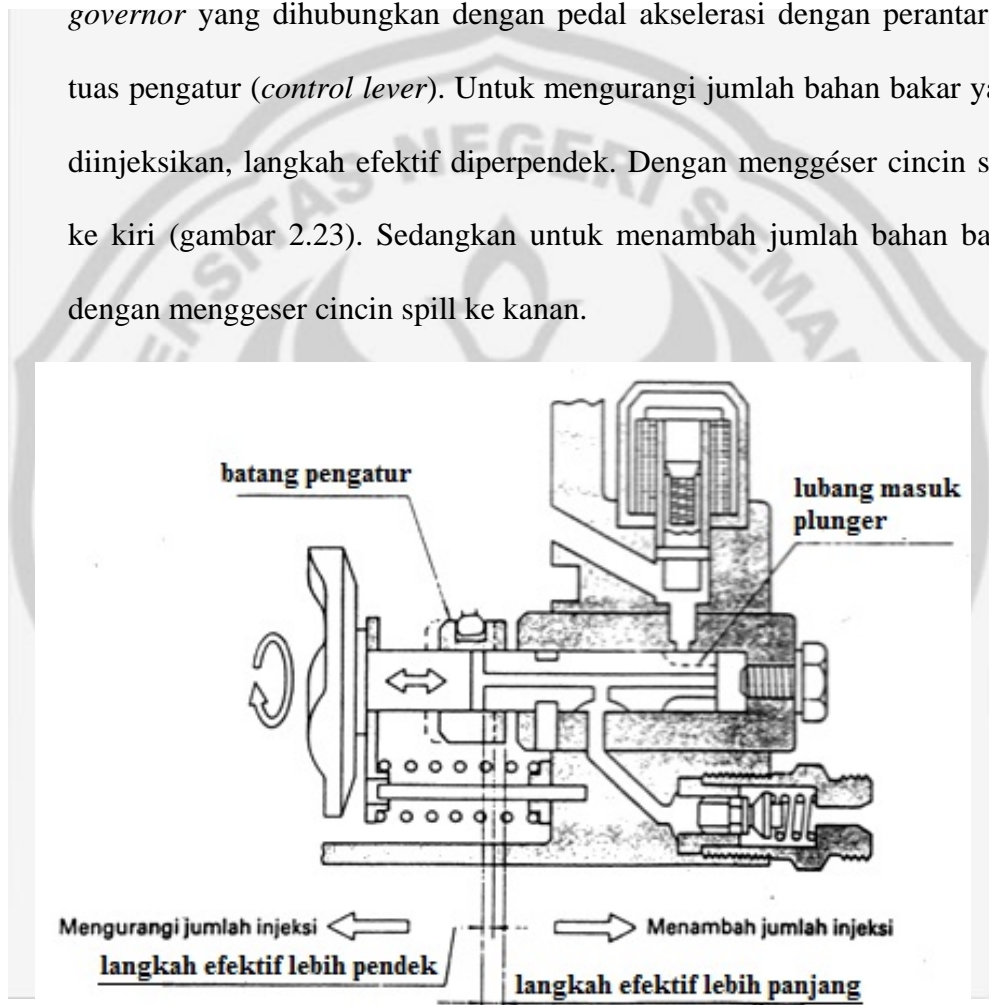
e) Pencegahan putaran terbalik

Pompa injeksi dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mencegah putaran terbalik. Apabila plunyer berputar ke arah yang benar saluran hisap (*suction port*) akan terbuka selama plunyer bergerak ke belakang atau proses penghisapan bahan bakar. Dan memungkinkan bahan bakar masuk ke ruang injeksi. Dan bila plunyer bergerak maju, saluran hisap (*suction port*) akan tertutup sehingga memungkinkan bahan bakar untuk diinjeksikan.

Penginjeksian bahan bakar terjadi pada saat plunyer bergerak maju. Apabila mesin berputar terbalik, maka ketika plunyer bergerak maju, saluran distribusi akan menutup dan saluran hisap akan membuka. Sedangkan ketika plunyer bergerak mundur saluran hisap akan menutup dan saluran distribusi akan membuka. Hal ini mengakibatkan plunyer tidak dapat memompa bahan bakar.

f) Langkah efektif pompa plunyer

Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder diatur oleh gerak gesernya cincin spill. Pergeseran cincin spill merubah panjang langkah efektif, yaitu langkah plunyer dari saat mulai injeksi sampai berakhirnya penginjeksian. Cincin spill bergeser dengan gerakan tuas *governor* yang dihubungkan dengan pedal akselerasi dengan perantara tuas pengatur (*control lever*). Untuk mengurangi jumlah bahan bakar yang diinjeksikan, langkah efektif diperpendek. Dengan menggeser cincin spill ke kiri (gambar 2.23). Sedangkan untuk menambah jumlah bahan bakar dengan menggeser cincin spill ke kanan.

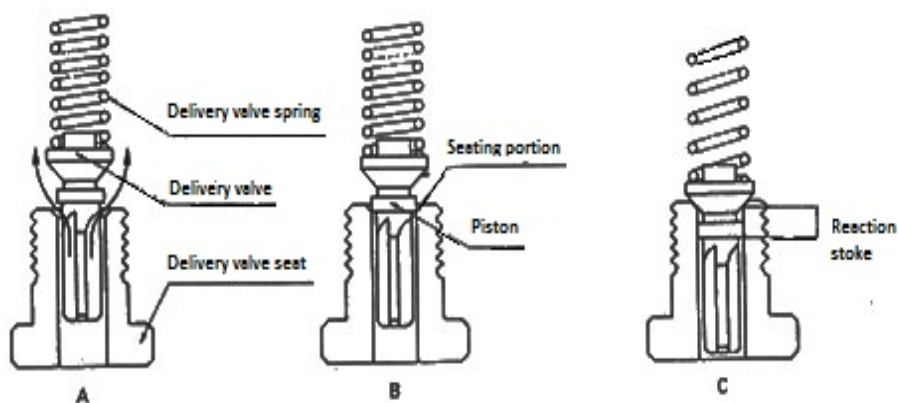


Gambar 2.23. Langkah efektif pompa plunyer  
(Zexel, Service Manual Pompa Injeksi Model VE, 12)

**7) Katup Penyalur (*Delivery Valve*)**

Katup penyalur (*delivery valve*) merupakan bagian dari pompa injeksi yang berfungsi untuk:

- a) Memisahkan hubungan antara pipa tekanan tinggi dengan ruang tekan pada pompa injeksi pada waktu alur pengontrol membuka lubang pemberi.
- b) Menghentikan aliran bahan bakar dengan cepat dan menurunkan tekanan solar setelah torak pembebas menutup saluran solar sehingga dapat mencegah tetesan solar pada nosel (pada akhir penyemprotan).
- c) Mempertahankan supaya di dalam pipa tekanan tinggi selalu terisi solar.



Gambar 2.24. Katup penyalur (*Delivery valve*)  
(Zexel, *Service Manual* dan *Konstruksi Kerja*, 13)

#### Cara kerja katup penyalur (*delivery Valve*)

Pada saat awal penginjeksian, maka *delivery valve* diposisi terangkat dari dudukan, karena tekanan dari bahan bakar yang dipompa keluar dari pompa plunyer mampu melawan kekuatan pegas katup, sehingga katup penyalur membuka. Ini memungkinkan bahan bakar yang mempunyai tekanan mengalir ke nosel injeksi. Tekanan bahan bakar yang menurun,



maka pegas akan segera mendorong katup penyalur untuk menutup, sehingga aliran bahan bakar akan berhenti dengan cepat.

## 5. Nosel Injeksi (*Injection Nozzle*)

### a). Ruang bakar yang digunakan Isuzu Panther 4JA1-L

Nosel injeksi yang digunakan pada mesin Diesel bermacam-macam jenisnya. Sebelum mempelajari tentang nosel yang digunakan perlu diperhatikan tentang jenis ruang bakar yang digunakan, karena jenis ruang bakar akan sangat mempengaruhi jenis nosel yang digunakan. Untuk ruang bakar dengan penginjeksian langsung menggunakan nosel injeksi jenis lubang (*Orifice*). Sedangkan untuk ruang bakar dengan penginjeksian tidak langsung menggunakan nosel injeksi jenis pin.

Mesin Diesel Isuzu Panther 4JA1-L menggunakan jenis ruang bakar dengan penginjeksian langsung (*direct injection*).

### b). Nosel yang digunakan Isuzu Panther 4JA1-L

Nosel yang digunakan mesin Diesel Isuzu Panther 4JA1-L adalah nosel bertipe lubang (*Orifice*). Nosel berjenis lubang merupakan nosel yang menggunakan pin untuk mengabutkan bahan bakar setelah melewati lubang penginjeksi.



Gambar 2.25. Nosel Injeksi Tipe Lubang  
Sukoco dan Zainal Arif, Teknologi Motor Diesel, 2008:108

Model *orifice* dipergunakan pada motor Diesel injeksi langsung (*direct injection*). Model *orifice* sering juga disebut sebagai model tertutup, karena ujung jarum noselnya tidak terlihat dari luar. Model ini dipergunakan karena dapat menghasilkan kabutan yang halus, dan sesuai dengan desain ruang bakarnya dapat divariasikan sudut dan jumlah lubangnya. Jadi model *orifice* terdapat desain *single hole/orifice* atau *multi hole/orifice*.

Model ini terdapat kelemahan yaitu lubang *orifice* mudah tersumbat oleh karbon. Karbon ini berasal dari sisa bahan bakar yang tertinggal sesudah proses injeksi. Bahan bakar tersebut menjadi karbon karena panas pembakaran yang terjadi di ruang pembakaran. Oleh karena itu, saat memeriksa *injector orifice*, salah satu yang harus dilakukan adalah memeriksa dan membersihkan lubang-lubang tersebut dari karbon.

### Konstruksi Nosel Injeksi Tipe Lubang

Konstruksi *nozzle injection* terdiri dari pemegang nosel (*nozzle holder*), bodi nosel (*nozzle body*) dan katup nosel (*needle*). Pemegang nosel (*nozzle holder*) terletak pada bagian atas nosel dan terdapat saluran masuk bahan bakar. Bodi nosel berfungsi untuk menempatkan bagian-bagian lain, seperti katup nosel (*needle*), pegas, *ring*, juga terdapat saluran bahan bakar yang berhubungan dengan lubang nosel melalui katup. Katup nosel (*needle*) terdiri dari sebuah *pin*. *Pin* ini akan membuka lubang nosel pada saat tekanan bahan bakar telah mampu mendorong pegas nosel. Konstruksi secara lengkapnya seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.26. Konstruksi nosel injeksi  
(*New Step I Training Manual*, 1995: 3-96)

#### c). Komponen yang terdapat pada nosel injeksi tipe lubang

Sesuai dengan gambar 2.26 tersebut di atas, maka dapat diketahui bagian-bagian utama dari nosel adalah:

(1). Pemegang nosel (*Nozzle holder*)

Pemegang nosel merupakan bagian dari nosel yang terletak paling atas. Pada bagian ini terdapat saluran pemasukan bahan bakar dan pompa injeksi. Fungsi utamanya adalah sebagai saluran pemasukan bahan bakar dari pompa injeksi.

(2). Pipa kelebihan bahan bakar (*Overflow pipe*)

Tidak semua bahan bakar ikut masuk ke dalam ruang bakar. Bahan bakar yang tidak ikut masuk ke ruang bakar akan dialirkan kembali ke tangki bahan bakar melalui sebuah pipa yang disebut saluran kelebihan bahan bakar (*overflow pipe*).

(3). Pegas tekan (*Pressure spring*)

Merupakan pegas yang berfungsi untuk menjaga agar katup nosel (*needle*) tetap pada tempatnya yaitu menutup lubang injeksi nosel. Pegas adalah komponen utama pada nosel. Kekuatan pegas menahan *needle* akan sangat mempengaruhi hasil pengabutan bahan bakar. Pegas yang baik adalah pegas yang mampu mempertahankan kedudukan *needle* pada posisinya, yaitu menutup rapat lubang injeksi nosel.

(4). Shim penyetel (*Adjusting shim*)

Shim penyetel (*adjusting shim*) adalah plat yang dibentuk sedemikian rupa yang berfungsi untuk mengatur tekanan membukanya *nozzle needle*. Plat ini sangat penting untuk menentukan tekanan injeksi pompa dan pengabutan bahan bakar. Bila *adjusting shim* terlalu tebal diperlukan tekanan injeksi yang tinggi untuk membuka katup (*needle*), sehingga pengabutan yang terjadi tidak baik yaitu waktu penginjeksian

menjadi mundur dan pengabutan terlalu pendek karena volume injeksi kecil. Sebaliknya apabila *adjusting shim* terlalu tipis akan mengakibatkan waktu injeksi maju dan pengabutan bahan bakar terlalu panjang dan butirannya besar karena volume injeksi besar, sehingga tenaga yang dihasilkan kurang maksimal. Pegas yang sudah lemah akan mengakibatkan berubahnya pengabutan bahan bakar. Untuk menyetel pengabutan bahan bakar dengan menambah ketebalan *shim* penyetel (*adjusting shim*).

(5). Katup nosel (*nozzle needle*)

Katup nosel (*nozzle needle*) berfungsi untuk menutup lubang nosel dan untuk menghasilkan pengabutan bahan bakar. Bahan bakar dengan tekanan tinggi akan mampu mengangkat katup (*needle*) ke atas yang ditahan pegas. Bahan bakar akan melewati lubang katup yang bersinggungan dengan bodi nosel, sehingga bahan bakar akan mengabut dengan sendirinya karena melewati lubang katup yang kecil dengan tekanan yang tinggi.

(6). Bodi nosel (*Nozzle body*)

Merupakan bagian dari nosel yang berfungsi untuk kedudukan *needle* dan juga memiliki lubang kecil yaitu lubang untuk pengabutan bahan bakar.

(7). Mur penahan (*Retaining nut*)

Mur penahan (*retaining nut*) adalah bagian nosel yang berhubungan dengan silinder. *Retaining nut* memiliki uliran yang digunakan untuk mengencangkan nosel dengan lubang nosel pada silinder.

d). Cara kerja nosel injeksi tipe lubang

(1). Sebelum penginjeksian bahan bakar

Bahan bakar mengalir dari pompa injeksi ke pipa saluran bahan bakar. Kemudian dari pipa saluran bahan bakar akan mengalir masuk ke saluran minyak (*oil passage*) pada pemegang nosel (*nozzle holder*) dan juga menuju ke *oil pool* pada bagian bawah bodi nosel, sehingga bahan bakar siap untuk diinjeksikan.



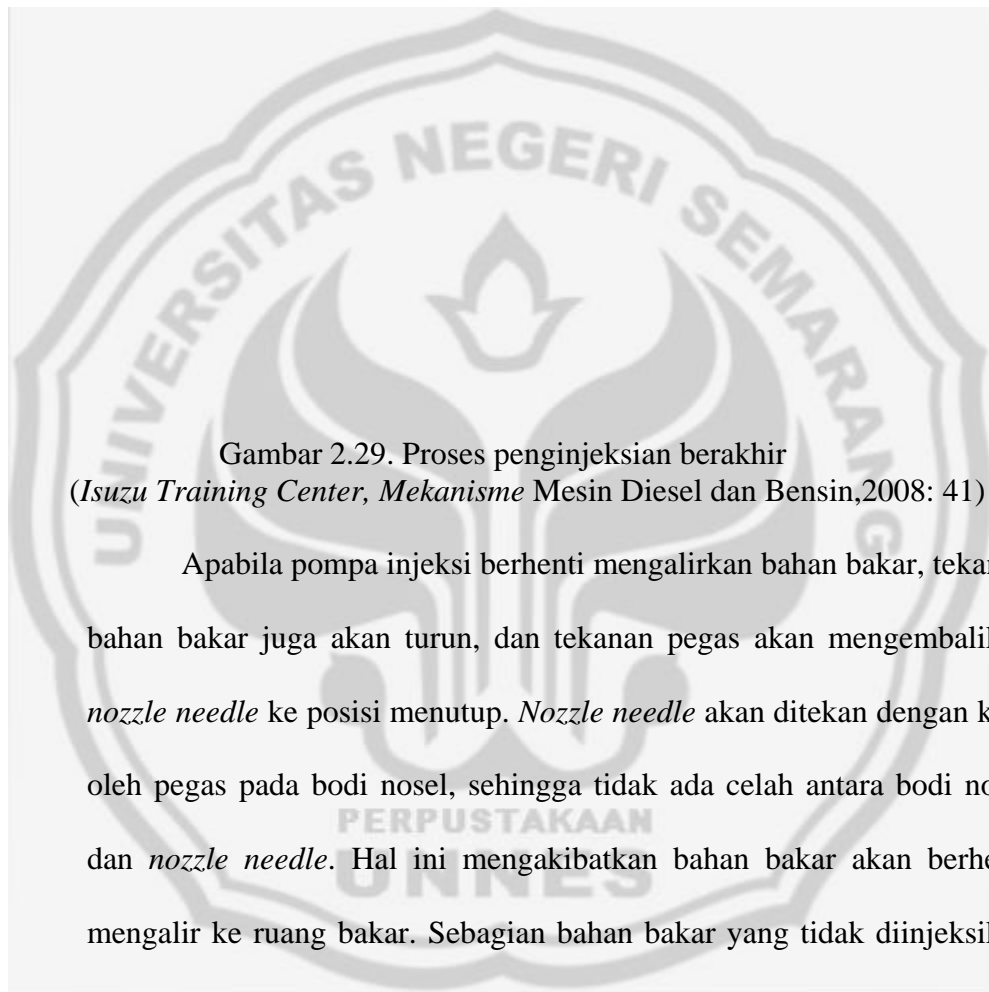
Apabila tekanan bahan bakar pada *oil pool* bertambah, ini akan menekan permukaan *nozzle needle* dan akan mulai terangkat. Hal ini terjadi apabila tekanan bahan bakar sudah melebihi kekuatan pegas. Bahan bakar dengan tekanan tinggi akan mampu untuk mendorong *nozzle needle* ke atas, sehingga bahan bakar akan mengalir dengan

tekanan tinggi melalui celah antara *nozzle needle* dan *nozzle body*. Karena tekanan yang cukup tinggi dan celah yang dilalui bahan bakar cukup sempit, maka bahan bakar akan mengabut.



Gambar 2.28. Proses penginjeksian bahan bakar  
(*Isuzu Training Center, Mekanisme Mesin Diesel dan Bensin, 2008: 40*)

(3). Setelah penginjeksian bahan bakar



Gambar 2.29. Proses penginjeksian berakhir  
(Isuzu Training Center, Mekanisme Mesin Diesel dan Bensin, 2008: 41)

Apabila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, tekanan bahan bakar juga akan turun, dan tekanan pegas akan mengembalikan *nozzle needle* ke posisi menutup. *Nozzle needle* akan ditekan dengan kuat oleh pegas pada bodi nosel, sehingga tidak ada celah antara bodi nosel dan *nozzle needle*. Hal ini mengakibatkan bahan bakar akan berhenti mengalir ke ruang bakar. Sebagian bahan bakar yang tidak diinjeksikan akan mengalir melalui saluran diantara badan *nozzle needle* dengan nosel bodi, kemudian melalui saluran diantara pegas kemudian menuju ke saluran kecil pada *holder* dan akhirnya keluar mengalir kembali ke tangki bahan bakar.



### BAB III

#### ANALISIS GANGGUAN DAN CARA MENGATASINYA

##### (TROUBLESHOOTING) ISUZU PANTHER 4JA1-L

###### A. Mesin susah dihidupkan.

Ketika kontak sudah pada posisi “ON” tetapi mesin sulit untuk hidup, kemungkinan penyebabnya adalah gangguan sistem bahan bakar dan sistem *starter*. Gangguan pada sistem *starter* antara lain *starter* tidak dapat bekerja dengan normal. Langkah pertama adalah memeriksa sistem *starter*, kemudian memeriksa baterai. Apabila sistem *starter* dan baterai masih dalam kondisi baik, maka penyebab lainnya adalah gangguan yang terjadi pada sistem bahan bakar. Langkah-langkah untuk memeriksa apabila terjadi gangguan pada sistem bahan bakar adalah sebagai berikut:

1. Bahan bakar tidak sampai ke pompa injeksi,  
Analisis gangguannya adalah:
  - a. Bahan bakar di dalam tangki habis.
  - b. Pipa penyalur bahan bakar ada yang tersumbat, pada persambungan kendor, bocor.
  - c. Saringan bahan bakar tersumbat.
  - d. Pompa penyalur bahan bakar tidak bekerja. Kemungkinan penyebabnya *rotor* pompa sudah aus, macet atau patah.
  - e. *Katup selenoid* tidak bekerja, sehingga bahan bakar tidak bisa mengalir ke plunyer injeksi. Kemungkinan macet atau kumparannya terputus

Cara mengatasinya adalah:

- a. Mengisi kembali tangki bahan bakar. Kemudian membuang udara palsu dari saluran dengan pompa priming sampai bersih.
  - b. Membersihkan pipa penyalur yang tersumbat dengan udara bertekanan, mengencangkan pada bagian persambungan yang kendur atau apabila bocor bisa diganti dengan yang baru.
  - c. Mengganti elemen saringan yang kotor. Kemudian membuang udara palsu dari sistem.
  - d. Mengganti *rotor, blade, liner* dengan yang baru.
  - e. Membersihkan *solenoid* yang macet dari kotoran, bila kumparannya putus ganti dengan yang baru.
2. Bahan bakar sampai ke pompa injeksi tetapi motor masih sukar dihidupkan, Analisis gangguannya adalah:
- a. Plunyer tidak dapat menginjeksikan bahan bakar dengan baik, plunyer sudah aus atau macet.
  - b. Kebocoran pada saluran pipa tekanan tinggi menuju nosel.
  - c. Terdapat udara di dalam sistem.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Mengganti plunyer dengan yang baru bila sudah aus. Bila macet bersihkan dari kotoran
- b. Mengencangkan bagian pipa yang kendur, sedangkan yang bocor diganti dengan yang baru. Kemudian membuang udara palsu.

c. Membuang udara palsu dengan *priming pump* dan dibuang melalui persambungan pipa tekanan tinggi dengan *nozzle holder*.

3. Nosel injeksi tidak berkerja dengan baik

Analisis gangguannya adalah:

- a. Kebocoran bahan bakar pada pemegang nosel.
- b. Tekanan pembukaan nosel rendah, sehingga kabutan bahan bakar tidak baik atau akhir injeksi menetes.
- c. Pegas nosel patah, sehingga nosel tidak dapat mengabutkan bahan bakar.
- d. Jarum nosel (*nozzle needle*) macet melekat dengan bodi nosel.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Mengencangkan mur penahan nosel.
- b. Menambah ketebalan *shim* nosel.
- c. Mengganti pegas nosel yang patah dengan yang baru.
- d. Membongkar katup nosel, kemudian membersihkannya dan apabila masih baik dapat dipergunakan lagi, akan tetapi lebih baik diganti *nozzle needle* dan *relaining nut* secara bersamaan.

4. Waktu penginjeksian bahan bakar tidak tepat

Analisis gangguannya adalah:

- a. *Timing* penginjeksian terlalu mundur atau lambat
- b. *Roller* atau *pin roller* dan *roller assembly* telah aus.
- c. Piston *timer* macet atau kotor.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Menyetel *timing injection*  $10^\circ$  sebelum TMA.
- b. Mengganti *roller assembly*. Sebaiknya diganti secara bersamaan.
- c. Membongkar *automatic timer* kemudian membersihkan dan apabila piston masih baik pasang kembali, akan tetapi lebih baik diganti dengan yang baru.

B. Motor dapat hidup kemudian mati kembali, Analisis gangguannya adalah:

1. Terdapat campuran udara palsu di dalam bahan bakar (masuk angin).
2. Terdapat air di dalam bahan bakar.
3. Saringan bahan bakar tersumbat.
4. Lubang ventilasi bahan bakar pada tangki tersumbat.
5. Baut pembuang udara kendur yang menyebabkan tekanan di dalam rumah pompa injeksi lemah.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Mengeluarkan udara dalam sistem bahan bakar dengan memompa menggunakan pompa priming sampai bahan bakar bebas dari campuran gelembung udara.
- b. Membuang air dengan membuka baut penguras air di *filter* bahan bakar dan setelah pengurasan indikator *water drain* harus mati.
- c. Membersihkan saringan bahan bakar atau diganti dengan yang baru.
- d. Membersihkan lubang ventilasi bahan bakar pada tangki bahan bakar.
- e. Mengencangkan baut pembuang udara

### C. Daya mesin rendah.

Daya mesin yang menjadi rendah dapat dirasakan ketika pedal akselerasi diinjak tetapi mobil tidak bertambah kecepatannya secara berarti. Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan kerja mesin Diesel. Kemungkinan penyebab tenaga mesin rendah adalah:

1. Kesalahan penyetelan waktu penginjeksian bahan bakar, yaitu terlalu maju atau terlalu mundur. Gejala yang dapat kita rasakan adalah apabila terlalu maju atau mundur mengakibatkan *detonasi* atau Diesel *knock* yang menimbulkan suara ketukan (*knocking*), dan mengakibatkan asap yang berlebihan. Perbaikannya dengan menyetel baut penyetel waktu injeksi  $10^\circ$  sebelum TMA.
2. Nosel tidak bekerja dengan baik,  
Analisis gangguannya adalah:
  - a. Kebocoran bahan bakar dari pemegang nosel.
  - b. Penyemprotan nosel tidak baik.
  - c. Pegas nosel lemah.
  - d. Lubang injeksi nosel tersumbat.
 Cara mengatasinya adalah:
  - a. Mengencangkan mur pemegang nosel.
  - b. Memperbaiki penyemprotan nosel dengan menambah atau mengurangi *shim* pada nosel, sehingga penyemprotan menjadi lebih baik.
  - c. Mengganti pegas nosel dengan yang baru.
  - d. Membersihkan lubang pada bodi nosel, hingga keluarnya bahan bakar lancar.

3. Pompa injeksi tidak bekerja dengan baik

Analisis gangguannya adalah:

- a. Plunyer injeksi dan *barrel* sudah aus, sehingga volume injeksi berkurang.
- b. *Roller* aus, sehingga waktu penginjeksian tidak terkontrol.
- c. *Governor* tidak bekerja, periksa pegas *governor* kemungkinan lemah sehingga tidak tercapai kecepatan maksimalnya.

d. Kebocoran pipa tekanan tinggi, sehingga tekanan pengabutan bahan bakar pada nosel berkurang.

e. Permukaan dudukan *delivery valve* telah rusak.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Mengganti plunyer injeksi dan *barrel* dengan yang baru.
- b. Mengganti *roller* dengan yang baru. Usahakan diganti bersamaan.
- c. Mengganti pegas *governor* dengan yang baru.
- d. Memperbaiki kebocoran pipa tekanan tinggi. Apabila tidak bisa ganti dengan yang baru.
- e. Mengganti dudukan *delivery valve*.

D. Asap terlalu banyak.

Asap dapat dijadikan sarana untuk menganalisis gangguan yang terjadi pada motor. Asap yang berwarna terlalu hitam atau terlalu putih berarti ada gangguan dalam sistem bahan bakar.

1. Asap terlalu hitam

Analisis gangguannya adalah:

- a. Waktu penginjeksian terlalu maju
- b. Udara yang masuk ke ruang bakar terbatas/kotor.

- c. Penyemprotan bahan bakar tidak baik karena pegas terlalu lemah.
- d. *Delivery valve* rusak yang mengakibatkan bahan bakar menetes setelah pengabutan.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Melambatkan waktu penginjeksian.
  - b. Memeriksa saluran pemasukan udara dan saringan udara. Apabila saluran kotor, kotoran yang menempel dibersihkan. Saringan udara juga dibersihkan.
  - c. Menyetel penyemprotan nosel dengan menambah shim nosel.
  - d. Mengganti *delivery valve* dengan yang baru
2. Asap terlalu putih

Analisis gangguannya adalah:

- a. Waktu penginjeksian bahan bakar terlalu mundur.
- b. Bahan bakar bercampur dengan air.
- c. Minyak pelumas masuk ke ruang bakar.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Memajukan waktu penginjeksian bahan bakar dengan menyetel baut penyetel *timer*.
- b. Membuang air pada pemisah air saringan bahan bakar (pada *water sediment*). Juga memeriksa keadaan tangki bahan bakar.
- c. Memeriksa bagian-bagian mesin yang memungkinkan minyak pelumas dapat masuk ke ruang bakar dan ikut terbakar. Lakukan perbaikan.

E. Mesin terdengar bunyi ketukan (*knocking*)

Gejala yang dapat dianalisis adalah bunyi ketukan (*knocking*) di dalam silinder dan getaran yang besar pada mesin. Penyebabnya adalah Diesel *knock*. Diesel *knock* adalah ledakan-ledakan yang terjadi di dalam silinder selama proses pembakaran berlangsung. Diesel *knock* ini sangat merugikan, karena daya mesin menjadi berkurang. Diesel *knock* mempercepat kerusakan komponen *rotor* seperti keretakan pada blok silinder, torak, batang torak, poros engkol dan bantalan poros engkol.

Analisis gangguan Diesel *knock* adalah:

1. Bahan bakar yang digunakan kurang baik atau angka *cetane* rendah
2. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan saat mulai penginjeksian terlalu banyak.
3. Waktu penginjeksian tidak tepat, terlalu awal yang mengakibatkan asap hitam dan terlalu lambat mengakibatkan asap putih.
4. Nosel injeksi rusak.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Mengganti bahan bakar yang sesuai dan memiliki angka *cetane* yang tinggi.
- b. Mengurangi jumlah injeksi (penyemprotan) bahan bakar pada saat permulaan penyemprotan.
- c. Menyetel waktu penginjeksian. Terlalu awal, putar pompa injeksi berlawanan dengan putaran mesin. Bila terlalu lambat, putar searah putaran mesin.
- d. Memeriksa nosel baik tekanan penyemprotan maupun komponen yang mungkin rusak.



F. Putaran mesin sukar diatur.

1. Motor tidak dapat mencapai putaran maksimum.

Motor sulit untuk mencapai putaran maksimum disebabkan banyak faktor analisis gangguannya adalah:

- a. Pegas *governor* patah, sehingga penambahan bahan bakar tidak terjadi.
- b. Banyak kotoran karbon pada nosel injeksi, sehingga penyemprotan bahan bakar tidak bisa maksimal.
- c. Tekanan injeksi terlalu tinggi akan mengurangi jumlah bahan bakar yang diinjeksikan, yang menyebabkan tenaga mesin menurun.
- d. Tidak tepatnya saat penginjeksian menyebabkan tidak sempurnanya pembakaran.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Mengganti pegas *governor* dengan yang baru.
  - b. Membersihkan semua kotoran yang menempel pada nosel.
  - c. Mengurangi ketebalan *shim* sehingga mengurangi tekanan injeksi.
  - d. Menyetel waktu penginjeksian. Terlalu awal, putar pompa injeksi berlawanan dengan putaran mesin. Bila terlalu lambat, putar searah putaran mesin.
2. Motor bekerja pada putaran tinggi dan tidak dapat dimatikan. Gejalanya

ketika pedal akselerasi diinjak, putaran mesin bertambah dan ketika pedal dilepaskan putaran mesin tidak dapat kembali ke putaran *idle*. Analisis gangguannya adalah:

- a. Batang pendorong *governor* macet.

- b. Penyetelan putaran maksimal terlalu banyak, mengakibatkan pegas pengontrol tertarik dengan kuat dan saat putaran tinggi bobot sentrifugal tidak mampu melawan kekuatan pegas pengontrol sehingga putaran mesin terlalu tinggi.
- c. Adanya kotoran pada *solenoid* yang mengakibatkan *solenoid* macet.

Cara mengatasinya adalah:

- a. Membongkar bagian *governor* dan memperbaiki bagian yang macet sehingga menjadi lancar bergeser.
- b. Menyetel baut penyetel putaran maksimal
- c. Membersihkan katup *solenoid* danudukannya dari kotoran.

G. Prosedur menganalisis gangguan dan cara mengatasinya pada sistem bahan bakar Isuzu Panther 4JA1-L.

Agar dalam pemahaman menganalisis gangguan dan cara mengatasi gangguan sistem bahan bakar Isuzu Panther 4JA1-L lebih mudah, di bawah ini disajikan dalam bentuk tabel.

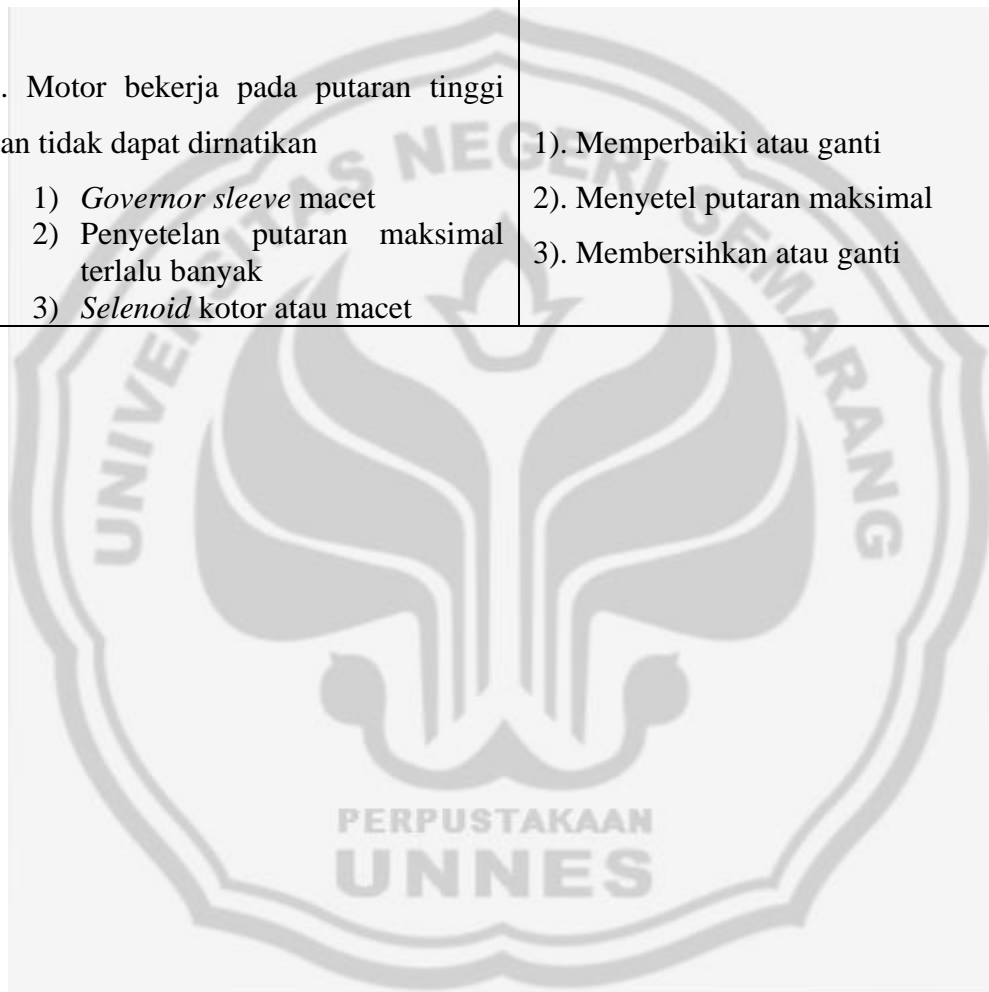
Tabel 1. Menganalisis gangguan dan cara mengatasinya pada sistem bahan bakar.

| Gangguan dan Penyebabnya                     | Cara mengatasinya                                    |
|--|--|
| 1. Motor susah dihidupkan                    |  |
| a. Bahan bakar tidak sampai ke pompa injeksi |  |
| 1). Tangki bahan bakar kosong                | 1) Mengisi bahan bakar, pompa dan hilangkan udaranya |
| 2). Pipa penyalur tersumbat                  | 2) Membersihkan pipa penyalur                        |
| 3). Saringan bahan bakar tersumbat           | 3) Membersihkan atau ganti                           |
| 4). Pompa penyalur tidak bekerja             | 4) Mengganti   |
| 5). <i>Katup solenoid</i> tidak bekerja      | 5) Membersihkan atau ganti                           |

|  |  |
|--|--|
| <p>b. Bahan bakar sampai ke pompa injeksi, motor masih sukar dihidupkan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1). Plunyer aus atau macet</li> <li>2). Pipa tekanan tinggi macet</li> <li>3). Terdapat udara di dalam system</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Memperbaiki plunyer atau ganti</li> <li>2) Mengencangkan, dan buang udara</li> <li>3) Membuang udara dari system</li> </ol>  |
| <p>c. Nosel injeksi tidak bekerja dengan baik</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pemegang nosel bocor</li> <li>2) Tekanan pembukaan nosel rendah</li> <li>3) Pegas nosel patah</li> <li>4) Jarum nosel macet</li> </ol> <p>d. Waktu penginjeksian bahan bakar tidak tepat</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Terlalu mundur</li> <li>2) <i>Roller assembly</i> aus</li> <li>3) Piston <i>timer</i> macet atau kotor</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1). Mengencangkan pemegang nosel</li> <li>2). Menambah ketebalan <i>shim</i></li> <li>3). Mengganti pegas nosel</li> <li>4). Membersihkan atau ganti</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1). Menyetel 10° sebelum TMA</li> <li>2). Mengganti <i>roller assembly</i></li> <li>3). Membersihkan atau ganti</li> </ol> |
| <p>2. Motor dapat hidup kemudian mati kembali</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Terdapat udara di dalam sistem</li> <li>2) Air di dalam bahan bakar</li> <li>3) Saringan bahan bakar tersumbat</li> <li>4) Ventilasi tangki tersumbat</li> <li>5) Baut pembuang udara kendur</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1). Mengeluarkan udara</li> <li>2). Membuang air dari sistem</li> <li>3). Membersihkan atau ganti</li> <li>4). Membersihkan ventilasi</li> <li>5). Kencangkan baut pembuang udara</li> </ol>  |
| <p>3. Daya motor rendah</p> <p>a. Waktu injeksi tidak tepat</p> <p>b. Nosel tidak bekerja dengan baik</p>  | <p>a. Menyetel waktu injeksi</p>   |

|   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pemegang nosel bocor</li> <li>2) Penyemprotan nosel tidak baik</li> <li>3) Pegas nosel lemah</li> <li>4) Lubang injeksi nosel tersumbat</li> </ol> <p>c. Pompa injeksi tidak bekerja dengan baik</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Plunyer injeksi dan <i>barrel</i> aus</li> <li>2) <i>Roller</i> aus</li> <li>3) Pegas <i>governor</i> tidak bekerja</li> <li>4) Pipa tekanan tinggi bocor</li> <li>5) Dudukan <i>delivery valve</i> rusak</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mengencangkan pemegang nosel</li> <li>2) Memperbaiki penyemprotan</li> <li>3) Mengganti pegas yang baru</li> <li>4) Membersihkan lubang injeksi</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mengganti plunyer dan <i>barrel</i> yang baru</li> <li>2) Mengganti <i>roller</i> yang baru</li> <li>3) Mengganti pegas <i>governor</i> dengan yang baru</li> <li>4) Memperbaiki atau ganti</li> <li>5) Mengganti dudukan <i>delivery valve</i></li> </ol> |
| <p>4. Asap terlalu banyak</p> <p>a. Asap terlalu hitam</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Timing</i> injeksi terlalu maju</li> <li>2) Udara yang masuk ruang bakar terbatas</li> <li>3) Penyemprotan nosel tidak baik</li> <li>4) <i>Delivery valve</i> rusak</li> </ol> <p>b. Asap terlalu putih</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Timing</i> injeksi terlalu mundur</li> <li>2) Bahan bakar bercampur dengan air</li> <li>3) Minyak pelumas masuk ke ruang bakar</li> </ol>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1). Mundurkan <i>timing</i> injeksi</li> <li>2). Bersihkan saringan udara</li> <li>3). Memperbaiki penyemprotan</li> <li>4). Mengganti <i>delivery valve</i></li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1). Majukan <i>timing</i> injeksi</li> <li>2). Menguras <i>water sediment</i> dan memeriksa tangki bahan bakar</li> <li>3). Memeriksa gasket ruang bakar seal-seal oli</li> </ol>   |
| <p>5. Mesin terdengar bunyi ketukan (<i>knocking</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Kualitas bahan bakar tidak sesuai</li> <li>b. Bahan bakar yang diinjeksikan terlalu banyak</li> <li>c. Waktu penginjeksian tidak tepat</li> <li>d. Nosel injeksi rusak</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Mengganti bahan bakar dengan kualitas yang sesuai</li> <li>b. Mengurangi jumlah injeksi saat awal penyemprotan</li> <li>c. Menyetel <i>timing</i> injeksi</li> <li>d. Memperbaiki atau ganti</li> </ol>   |

|   |   |
|---|---|
| <p>6. Putaran mesin sukar diatur</p> <p>a. Motor tidak dapat mencapai putaran maksimum</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pegas <i>governor</i> patah</li> <li>2) Karbon di nosel injeksi</li> <li>3) Tekanan injeksi terlalu tinggi</li> <li>4) <i>Timing</i> injeksi tidak tepat</li> </ol> <p>b. Motor bekerja pada putaran tinggi dan tidak dapat dirnatikan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Governor sleeve</i> macet</li> <li>2) Penyetelan putaran maksimal terlalu banyak</li> <li>3) <i>Solenoid</i> kotor atau macet</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1). Mengganti pegas <i>governor</i></li> <li>2). Membersihkan nosel injeksi</li> <li>3). Mengurangi tekanan injeksi</li> <li>4). Menyetel waktu injeksi</li> </ol><br><ol style="list-style-type: none"> <li>1). Memperbaiki atau ganti</li> <li>2). Menyetel putaran maksimal</li> <li>3). Membersihkan atau ganti</li> </ol> |
|---|---|



## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **A. KESIMPULAN**

Sebagaimana telah diuraikan di atas, penulis dapat menarik beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Sistem bahan bakar berfungsi untuk melayani kebutuhan bahan bakar selama mesin Diesel bekerja. Pada sistem bahan bakar mesin Diesel, bahan bakar dihisap oleh *feed pump* dari tangki bahan bakar. Sebelum ke *feed pump* bahan bakar melewati saringan bahan bakar untuk disaring dan dipisahkan dari kandungan air oleh *water sedimenter*. Setelah bahan bakar di dalam rumah pompa injeksi, pompa injeksi mengalirkan bahan bakar ke nosel injeksi dengan tekanan tinggi dan terjadi pengabutan sehingga bahan bakar akan terbakar. Bahan bakar yang tidak ikut diinjeksikan akan kembali ke tangki bahan bakar.
2. Gangguan pada mesin Diesel lebih kecil dibandingkan gangguan pada mesin bensin. Gangguan yang timbul pada mesin Diesel sering disebabkan karena gangguan pada sistem bahan bakarnya terutama pada pompa injeksi dan nosel injeksi.

Gangguan yang dapat terjadi pada sistem bahan bakar Isuzu Panther 4JA1-L dapat dirasakan dengan gejala-gejala di bawah ini, antara lain:

- a. Mesin susah dihidupkan
- b. Mesin dapat hidup kemudian mati kembali
- c. Daya mesin rendah

- d. Asap terlalu banyak
- e. Mesin terdengar bunyi ketukan (*knocking*)
- f. Putaran mesin sukar diatur

## **B. SARAN**

Untuk mengurangi kerusakan komponen dan memperpanjang umur mesin, sebaiknya dilakukan perawatan terhadap semua komponen mesin secara berkala.

1. Perawatan yang baik, sebaiknya dilakukan pada seluruh komponen baik komponen mesin maupun komponen mobil yang lain.
2. Selalu menggunakan bahan bakar yang sesuai dengan spesifikasi mesin, agar mesin selalu dalam kondisi prima.
3. Mengganti saringan bahan bakar bila kendaraan sudah berjalan 30.000 km atau sekitar 300-400 jam kerja.
4. Komponen yang rusak sudah terlalu parah sebaiknya harus diganti dengan yang baru, karena apabila dibiarkan kemungkinan akan merusak komponen yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1995. *Diesel Engine Step 2 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

Anonim. *Mekanisme Mesin Diesel dan Bensin*. Isuzu Training Center.

Anonim. *Service Manual & Konstruksi Kerja. Zexel*.

Anonim. 1995. *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

Anonim. 1995. *New Step 2 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

Anonim. 2000. *Motor Bakar*. Malang: PPPGT VEDC

Anonim. 2000. *Motor Diesel*. Malang: PPPGT VEDC

Anonim. 2000. *Sistem Bahan Bakar Diesel Step 1*. Malang: PPPGT VEDC.

Anonim. 2000. *Sistem Bahan Bakar Diesel Step 2*. Malang: PPPGT VEDC.

Anonim. 2000. *Sistem Bahan Bakar Diesel II*. Malang: PPPGT VEDC.

Daryanto. 1994. *Motor Diesel pada Mobil*. Jakarta: CV. Yrama Widya.

Daryanto. 1995. *Teknik Servis Mobil*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Daryanto. 2002. *Teknik Otomotif* Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Heisler, Heinz. 1995. *Advanced Engine Technology*. London WI P9HE: 90 Tottenham Court Road.

Sukoco dan Zainal Arif. 2008. *Teknologi Motor Diesel*. Bandung. Alfabeta Bandung.

<http://m-edukasi.net/online/2008/sistemdiesel/mat1.html>

<http://m-edukasi.net/online/2008/sistemdiesel/mat2.html>

<http://viozaax.wordpress.com/2008/11/13/analisis-dan-memperbaiki-gangguan-pada-sistem-bahan-bakar-diesel/>

<http://digilip.unnes.id/gsd/collect/skipsi/archives/HASHO1b4.dir/doc.pdf>

<http://pipio81.blogspot.com/feeds/posts/default?orderby=updated>



# LAMPIRAN



Pompa Injeksi

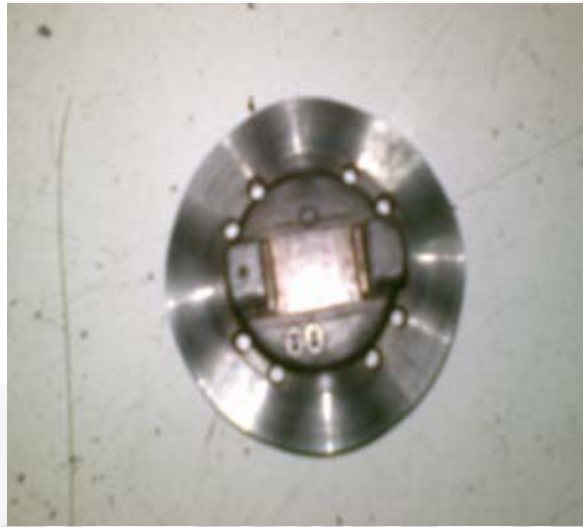


Tangki Bahan Bakar



Priming Pump, Filter, Water Sedimenter

governor



Cam plate

Roller





Plunyer

Governor Lever Assembly



*Katup Solenoid*

*Automatic Timer*



*Nosel injeksi*