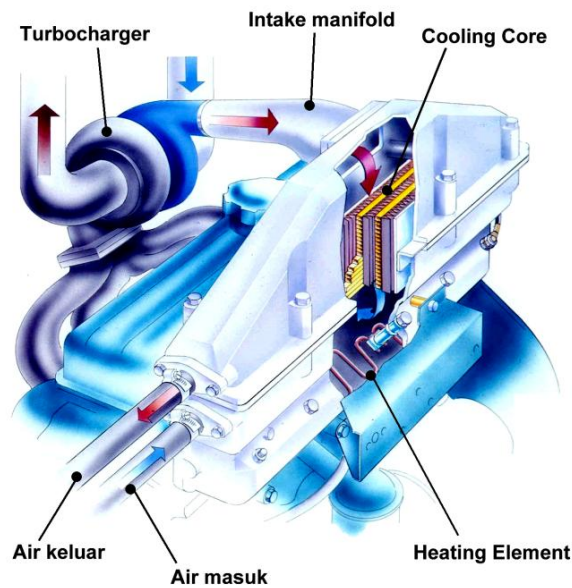
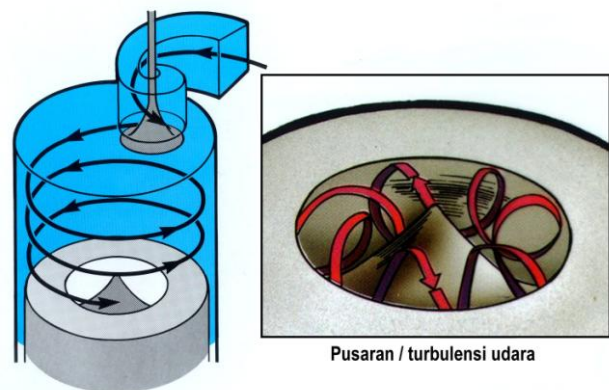


Di dalam intercooler terdapat pula heating element yang dengan bantuan energi listrik berguna untuk memanaskan udara masuk saat start dingin.



Udara yang masuk ke dalam silinder didesain sedemikian rupa supaya berpusar saat memasuki ruang bakar. Tujuannya adalah agar solar yang kemudian diinjeksikan akan 'teraduk' bersama dengan udara, sehingga pembakaran dapat terjadi dengan serempak dan cepat. Di bagian kepala piston terdapat cerukan untuk menghasilkan pusaran pada solar yang diinjeksikan.

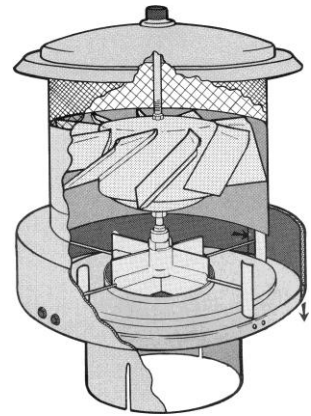


## Komponen-Komponen Air Induction System

### Pre-cleaner/strainer

Pre-cleaner digunakan untuk memisahkan partikel kasar yang ikut beterbangan bersama udara seperti wood chip (serpihan kayu gergaji).

Pre Cleaner, dapat berupa **Net** dari kawat kasar atau **Cyclone/Full View**.

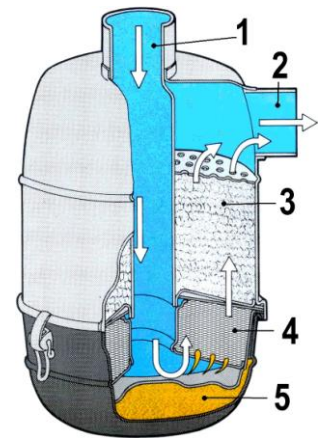


Dengan fasilitas cyclone yang dapat berputar, partikel tersebut akan terlempar ke sisi tepi dari pre cleaner dan tidak ikut terbawa aliran udara masuk, sehingga air filter menjadi lebih awet.

### Air cleaner / air filter tipe bath tube

Bath tube type air cleaner merupakan komponen opsional yang berguna untuk menangkap partikel debu yang ikut beterbangan bersama udara masuk, seperti cement. Dengan konstruksinya, udara yang bercampur dengan debu akan memasuki filter dengan arah vertikal (1) dan akan kembali berbelok ke atas. Di bagian

bawah filter terdapat mangkuk berisi engine oil (5) yang akan menangkap debu yang karena gaya gravitasi, mengalami kesulitan untuk bergerak naik kembali. Debu yang masih lolos (karena ukurannya relatif lebih halus) akan tertangkap pada spons (3) dan kasa (4) dan keluar (2) menuju air filter.



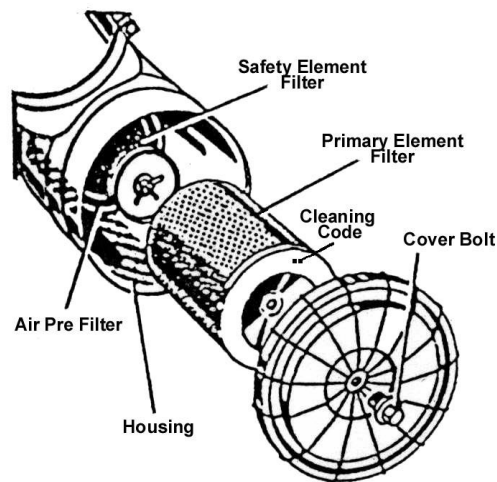
### Main Filter

Main Filter berfungsi memisahkan partikel-partikel yang ikut terbawa oleh udara dan tidak terpisahkan oleh Precleaner sebelum masuk ke ruang bakar, sehingga diperoleh udara yang benar-benar bersih dari kotoran. Komponen ini terbuat dari kertas yang berpori-pori halus dan diperkeras serta dilipat membentuk sudut, dengan tujuan:

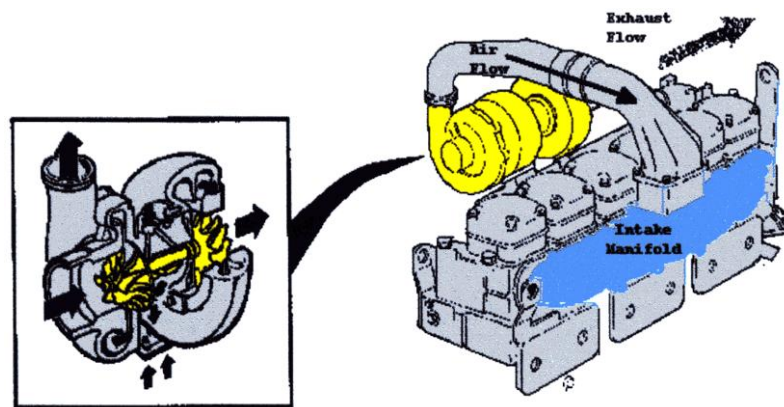
- Dapat Memperluas permukaan saringan, sehingga akan memperbanyak udara bersih yang akan masuk ke dalam silinder.
- Memperpanjang umur filter, karena kemungkinan tersumbatnya akan lebih lama.

Untuk mendapatkan pemasukan udara yang lebih bersih, biasanya pada engine-engine tertentu, filturnya dilengkapi dengan Elemen Kedua (Secondary Filter) yang disebut sebagai **Safety Elemen**.

Safety Elemen bentuknya ada 2 macam, yaitu: **Lingkaran (Circle)** dan **Rata (Panel)**



## Turbocharger



Turbocharger berfungsi mendorong lebih banyak udara ke dalam silinder lebih dari yang diperoleh dengan hisapan alami piston. Karena lebih banyak udara yang masuk ke dalam silinder, maka lebih banyak bahan bakar dapat dibakar.

Komponen ini terbagi 2 bagian utama yang berputar pada satu shaft, yaitu:

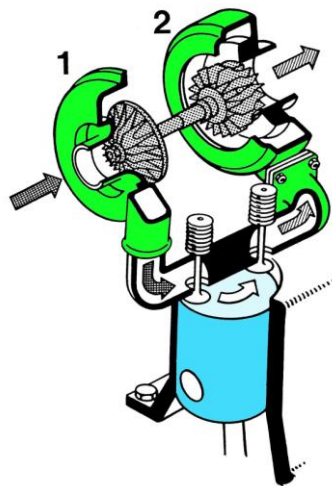
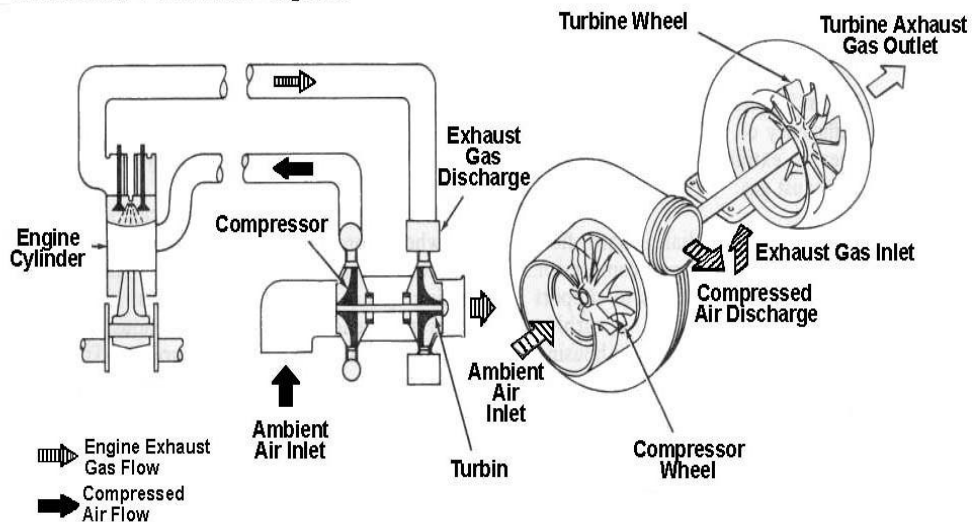
- a. **Turbine Wheel**, berputar karena gaya dorong gas sisa hasil pembakaran dan selanjutnya dibuang melalui **Muffler**, kemudian putarannya diteruskan ke **Impeller Wheel**.
- b. **Impeller Wheel**, putarannya akan memompa/menghisap udara yang masuk ke dalam silinder melalui air filter, intercooler dan intake manifold.

Akibatnya, output engine dapat ditingkatkan tanpa mengubah ukuran silinder. Seperti kita lihat dalam gambar, turbocharger digerakkan oleh aliran gas buang. Keuntungan turbocharger dengan cara seperti ini adalah tidak dibutuhkannya tambahan tenaga dari engine untuk menggerakkannya. Gas buang menggerakkan turbin rotor hingga mencapai kecepatan tinggi lebih dari **85.000 RPM** pada beban maksimum.

Pada sisi yang lain dari shaft turbin rotor dipasang compressor rotor. Saat compressor rotor berputar cepat, udara dipompakan ke dalam silinder untuk mencapai tekanan lebih. Pembakaran menjadi efisien dan menghasilkan gas buang yang lebih bersih dan mengurangi polusi. Turbo juga berfungsi sebagai peredam suara ekstra baik di sisi pemasukan maupun pembuangan udara.

Sejumlah panas terbangkit pada turbo karena gas buang mengalir padanya.

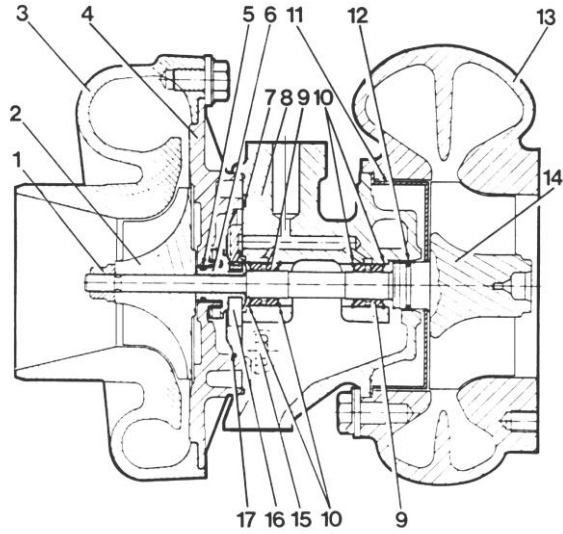
Schematic Air Flow Diagram



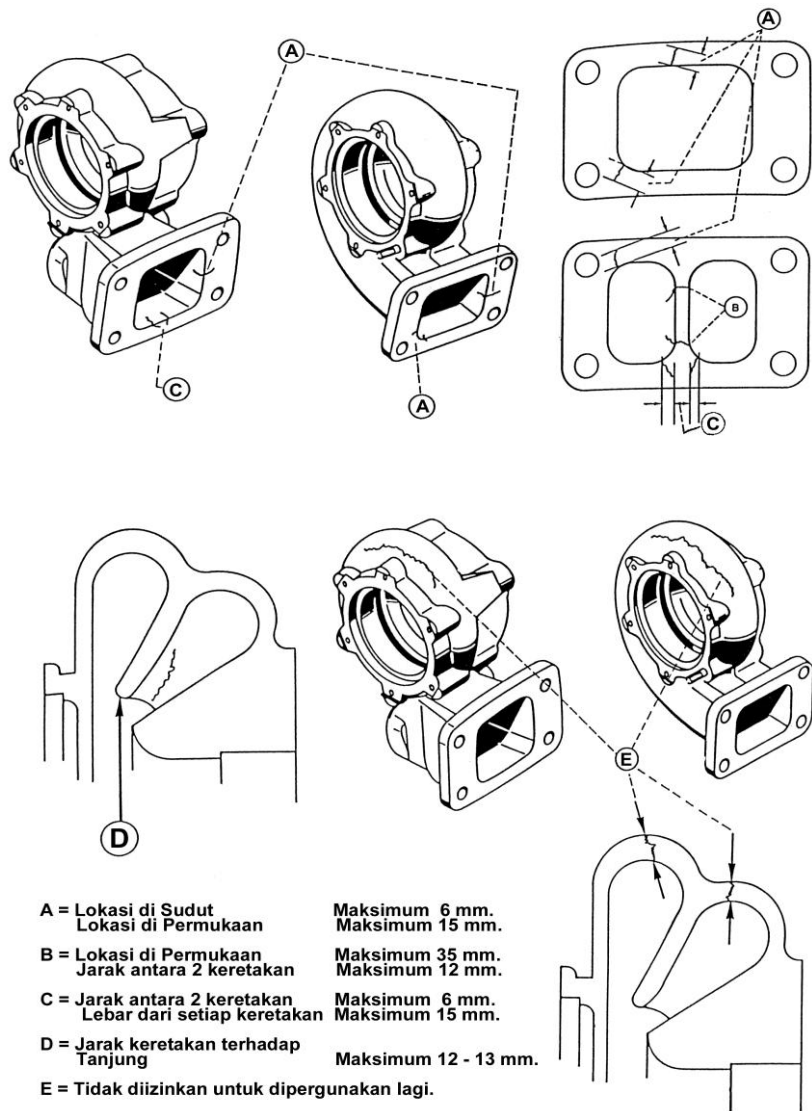
*Jika engine sering dimatikan tanpa menunggu turbo mencapai kecepatan rendah dan suhu rendah terlebih dahulu, turbo akan mengalami kerusakan karena kurangnya pelumasan. Hal ini sering menjadi kesalahpahaman karena dianggap komponen yang bersangkutan bermutu buruk.*



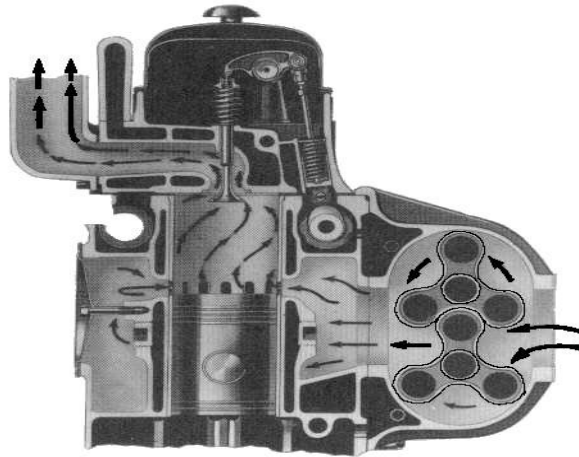
- Turbocharger
- 1 Nut for compressor rotor
  - 2 Compressor rotor
  - 3 Compressor housing
  - 4 End plate
  - 5 Seal, compressor side
  - 6 Thrust sleeve
  - 7 Rubber ring
  - 8 Bearing housing
  - 9 Bearing bushing
  - 10 Retaining ring
  - 11 Protective cover
  - 12 Seal, turbine side
  - 13 Turbine housing
  - 14 Turbine rotor with shaft
  - 15 Securing bolt for end shaft
  - 16 Thrust bearing
  - 17 Compression spring



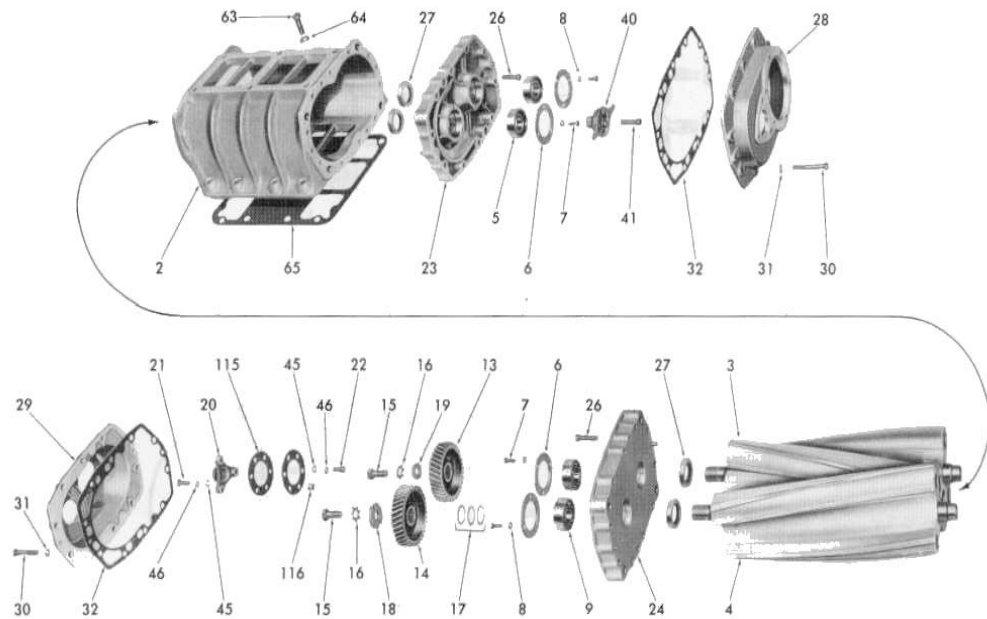
### Keretakan-Keretakan Pada Turbocharge



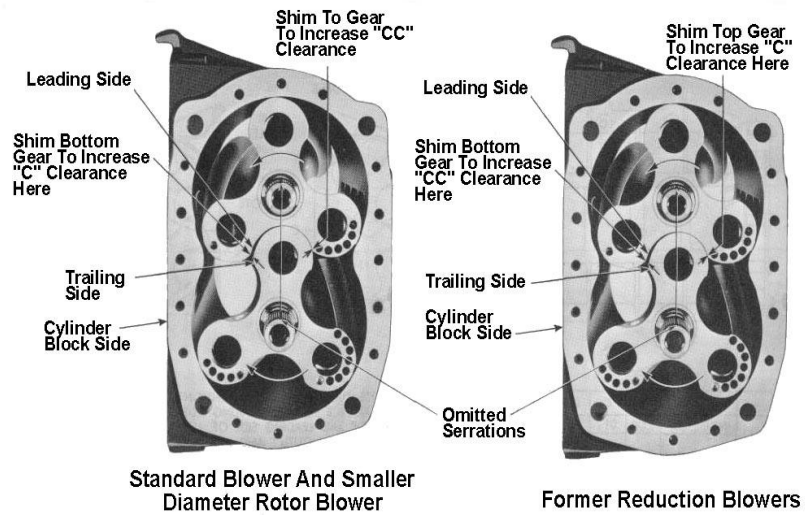
## Air Flow Through Blower And Engine



## Blower Assembly



- |   |   |                                       |                                      |
|---|---|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 2. Housing--Blower                        | 14. Gear--Rotor--Lower--L.H. Helix            | 21. Bolt--Plate to Gear               | 32. Gasket--End Plate Cover          |
| 3. Rotor--Blower--Upper--R.H. Helix       | 15. Bolt--Rotor Gear                          | 22. Bolt--Plate to Hub                | 40. Coupling Assy.--Water Pump Drive |
| 4. Rotor--Blower--Lower--L.H. Helix       | 16. Lock Washer--Bolt to Rotor Gear           | 23. End Plate--Front                  | 41. Bolt                             |
| 5. Bearing (Roller)--Front                | 17. Shim--Gear to Bearing (For Timing Rotors) | 24. End Plate--Rear                   | 45. Plain Washer                     |
| 6. Retainer--Bearing                      | 18. Disc--Fuel Pump Coupling                  | 25. Pin (Dowel)--Housing to End Plate | 46. Lock Washer                      |
| 7. Bolt--Bearing--Retainer                | 19. Washer--Rotor Gear Retaining              | 26. Bolt--End Plate                   | 63. Bolt--Blower Mounting            |
| 8. Lock Washer                            | 20. Hub--Rotor Drive                          | 27. Oil Seal--End Plate               | 64. Plain Washer--Blower Mounting    |
| 9. Bearing (Ball)--Rear Double Row Thrust |   | 28. Cover--End Plate--Front           | 115. Plate--Blower Rotor Drive Hub   |
| 13. Gear--Rotor--Upper--R.H. Helix        |   | 29. Cover--End Plate Rear             | 116. Spacer--Place to Gear           |

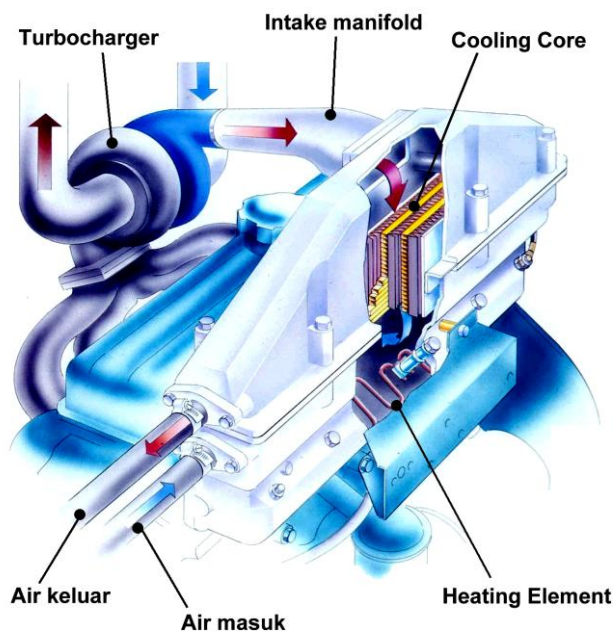


### Intake manifold

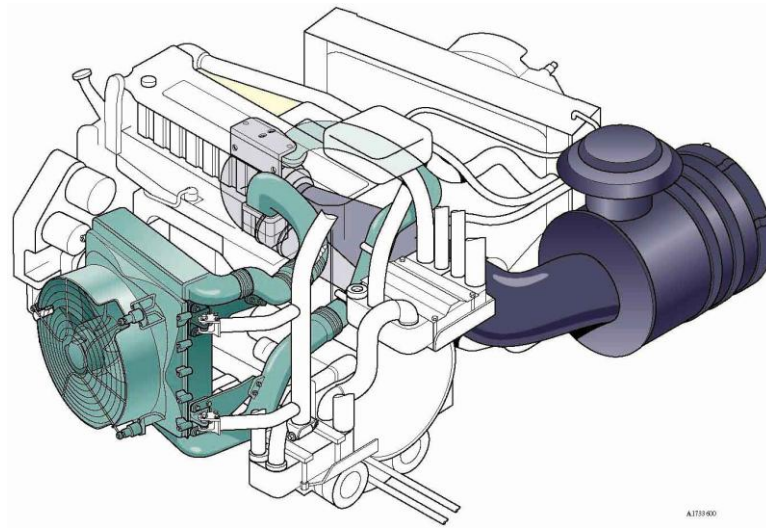
Udara yang menuju ke silinder-silinder didistribusikan melalui intake manifold. Manifold tersebut dibuat dari aluminium tuang atau besi tuang dan telah didesain dengan hambatan aliran udara sekecil mungkin.

### Aftercooler / Intercooler

Komponen ini dipergunakan untuk mendinginkan udara sebelum masuk ke dalam silinder dengan tujuan mendapatkan kerapatan molekul-molekul udara yang semakin rapat, sehingga volumenya menjadi bertambah. Ini diperlukan mengingat bahwa udara tersebut dialirkan melalui turbocharger yang bekerjanya karena gas buang sehingga menjadi sangat panas. Pada Aftercooler/Intercooler udara didinginkan dengan media **Air Pendingin dari radiator** atau dengan **Udara dari kipas radiator**.





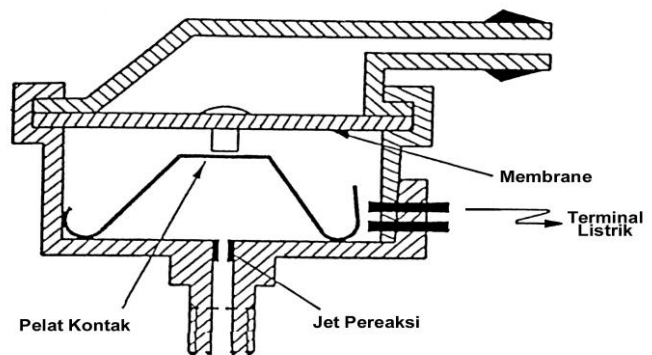


### Air Cleaner Service Indicator

Komponen ini digunakan untuk mendeteksi kondisi dari air filter apabila mengalami **Block**, sehingga perlu dibersihkan atau diganti dengan yang baru.

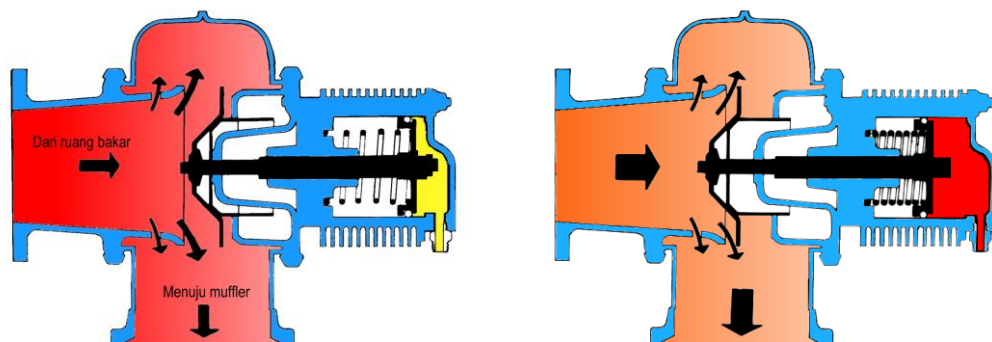
#### Catatan:

Diperiksa kelancaran kerja Switch Indicator tersumbatnya Air Cleaner ini setiap 2000 Hourmeter.



### \Exhaust brake atau engine brake

**Exhaust brake** berguna untuk memberikan efek perlambatan (pengereman pada roda-roda) dengan menghambat aliran gas buang (exhaust gas) hingga menimbulkan back pressure di dalam silinder. Back pressure tersebut akan menghambat gerakan piston untuk bergerak naik dan karena saat unit sedang berjalan, roda-roda dan engine masih terhubung, terjadi perlambatan (deselerasi) pada semua komponen yang terhubung dengan crankshaft engine.

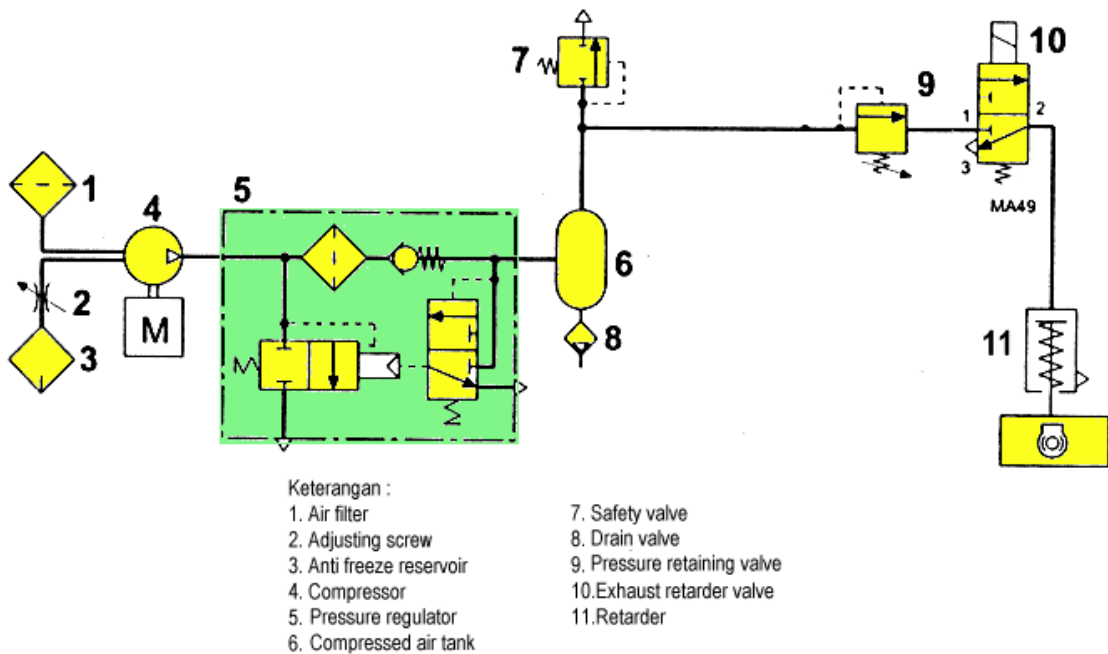


## Prinsip kerja Exhaust brake

**Exhaust brake** memanfaatkan pressure dari air compressed system (sistem udara bertekanan). Gambar di atas menjelaskan rangkaian kerja dari exhaust brake.

Udara hasil pemompaan kompresor (4) disalurkan ke dalam compressed air tank (6) dan siap digunakan setelah diatur tekanannya oleh pressure regulator dan dibatasi oleh safety valve. Pressure retaining valve memungkinkan hanya mengalirkan udara bertekanan bila tekanan udara telah memenuhi syarat kerja.

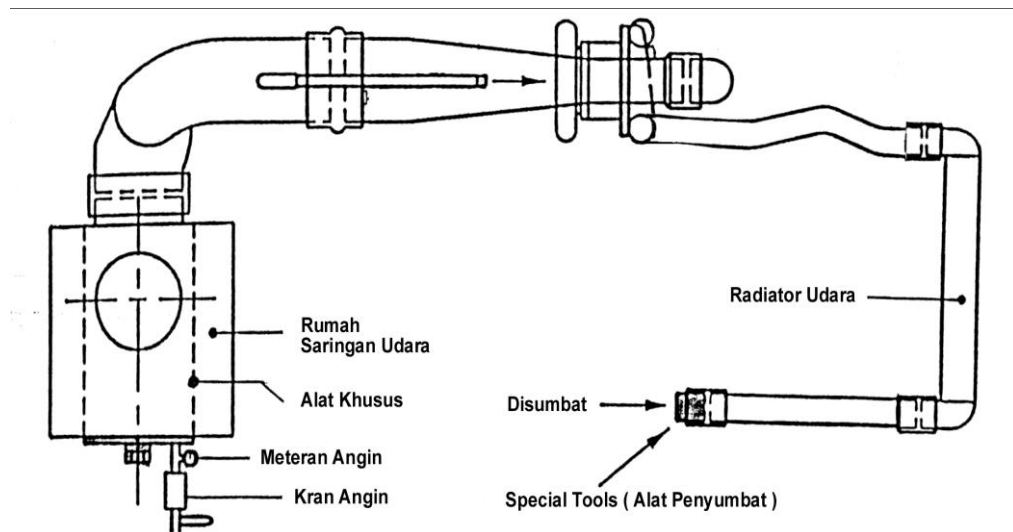
ECU berdasarkan input dari vehicle speed sensor, engine speed sensor, switch SW 105 akan memutuskan diaktifkannya solenoid valve MA49. saat MA 49 aktif, udara bertekanan akan mengalir menuju exhaust brake pressure chamber dan menekan exhaust valve untuk menutup aliran gas buang.



## Pemeriksaan Kebocoran Saluran Udara masuk

Apabila pada suatu saat lampu isyarat menyala, ini berarti telah terjadi penyumbatan pada element saringan udara atau dimungkinkan pada posisi seperti ini lampu isyarat tidak menyala karena Switch Indicator filter block telah rusak, tergantung apakah telah terjadi kebocoran pada sistim saluran udara masuk.

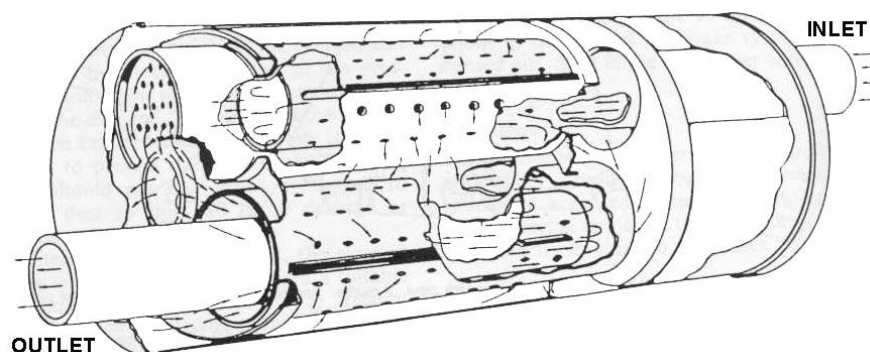
## Cara Pemeriksaan Saluran Udara Masuk



1. Sumbat saluran menuju ke kompresor.
2. Sumbat saluran menuju intake manifold.
3. Pasangkan piranti khusus pada bagian rumah saringan udara dilengkapi dengan keran angin dan pressure gauge..
4. Buka keran angin hingga tekanan di sistim mencapai 0,5 Bar, kemudian tutup keran kembali.
5. Tunggu kurang lebih 30 detik dan lihat pada pressure gauge bahwa penurunan tekanan di sistim selama waktu itu adalah stabil, yaitu 0,5 Bar menjadi 0,4 Bar.

## Muffler

Komponen ini digunakan untuk meredam suara engine dan mengarahkan gas buang.



## Macam-Macam Cara Sistem Pemasukan Udara

Sistem pemasukan udara pada engine bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan serta power/ukuran dari engine, yaitu:

- a. **Naturally Aspirated ( NA )**, dimana pemasukan udara ke dalam silinder adalah secara alami.
- b. **Turbocharger ( T )**, dimana pemasukan udara ke dalam silinder dibantu oleh **Turbocharger/Blower**.
- c. **Turbocharger & Aftercooler/Inercooler ( TA )**, dimana pemasukan udara ke dalam silinder dibantu oleh **Turbocharger** dan selanjutnya didinginkan oleh **Aftercooler**.

### **Pengaruh Pengoperasian Pada Suatu Ketinggian**

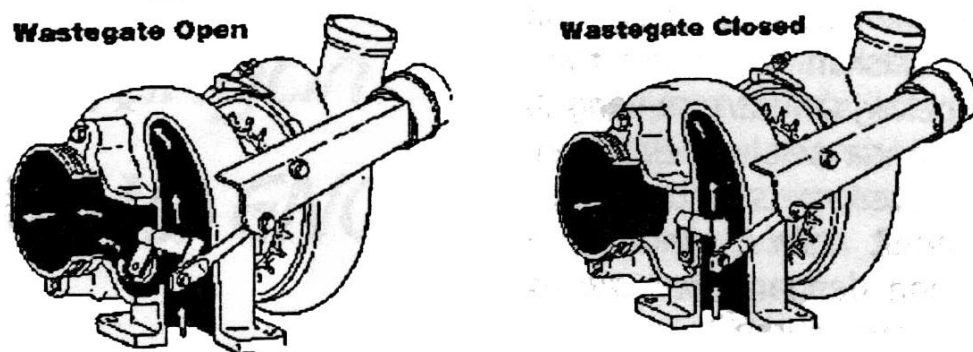
Karena kerapatan udara juga dipengaruhi oleh ketinggian suatu tempat dari level permukaan air laut, maka kerja engine pada suatu ketinggian tertentu juga akan ikut terpengaruh, dimana nilai kompresi engine menjadi **berkurang**, sehingga power enginepun menjadi **berkurang**. Besarnya nilai prosentasi penurunan kompresi dari data spesifikasi dapat dihitung dengan mengetahui ketinggian permukaan tempat engine bekerja dari permukaan laut, **dimana setiap ketinggian 100 meter tekanan kompresi engine akan turun 1%**.

### **Boost Pressure**

Adalah besarnya nilai tekanan udara yang masuk ke dalam silinder setelah melalui Turbocharger. Smoke Limiter / Air Fuel Ratio Control

Komponen ini dipasang pada pompa injeksi dengan tujuan membatasi jumlah bahan bakar yang akan disemprotkan ke dalam silinder, melalui mekanisme kerja dari kontrol Rack sehingga mencegah pemborosan bahan bakar. Ini terjadi disaat engine baru start/operator menginjak pedal bahan bakar ( tekanan udara masih rendah/jumlah udara masih kurang ).

### **Waste Gate**



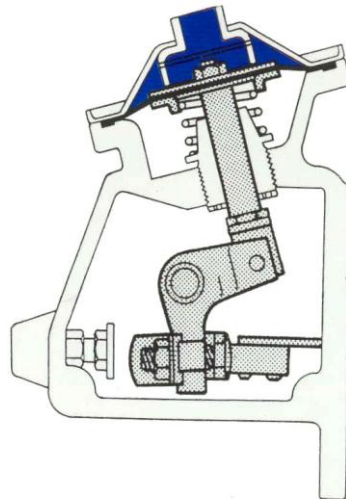
*Wastegate* terpasang pada *turbocharger*, dimana *valve wastegate* terpasang pada sisi turbin dari *turbocharger* yang dihubungkan oleh *rod actuator* sedangkan pada ujung sebaliknya dari *rod actuator* ada *diaphragm* yang dihubungkan pada sisi *intake manifold*.

*Wastegate* yang terdapat pada *turbocharger* berfungsi untuk membatasi *boost pressure* pada sisi *intake manifold* disaat *engine* mendapat beban *maximum* maupun beban *minimum* maupun pada *engine rpm* tinggi atau pada *engine rpm* rendah. Tekanan pada sisi *intake manifold* dibatasi dengan cara membuka atau menutup *valve wastegate*. Bila tekanan udara pada sisi *intake manifold* naik, maka tekanan udara tersebut digunakan untuk mendorong *diaphragm* lalu akan mendorong *actuator* dan seterusnya mendorong *valve wastegate* terbuka, sehingga tenaga gas buang tidak seluruhnya digunakan untuk me-

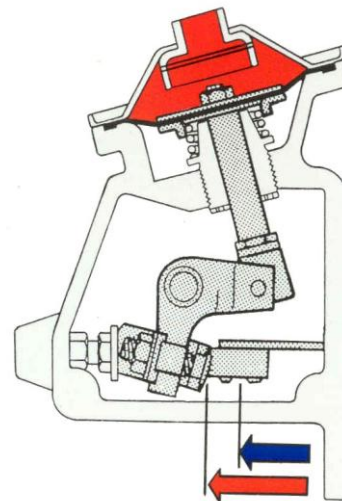
mutar turbin. Sebagian dari gas buang langsung keluar, sedangkan sebagian lagi digunakan untuk memutar turbin sehingga kecepatan turbin dapat terkontrol, akibatnya turbin udara pada sisi *intake* terkontrol juga. Bila *valve wastegate* tertutup, maka seluruh gas buang digunakan untuk memutar turbin, sehingga tekanan udara pada sisi *intake* akan naik, akibatnya berat udara persatuan volumenya akan naik pula dan tenaga *engine* akan bertambah juga, maka kecepatan turbin dan tekanan udara pada *intake manifold* tidak terkontrol yang dapat merusak daya tahan dari *engine*. *Wastegate* adalah suatu komponen yang terdapat pada *turbocharger* yang menentukan *performance* kerja suatu *engine*.

Rusaknya *wastegate* dapat mengurangi daya tahan suatu *engine* akibat dari naiknya tekanan didalam *cylinder* dan terjadinya panas yang berlebihan yang diakibatkan tekanan pada *intake manifold* maupun *exhaust* yang tidak benar, sehingga *emision* yang terjadi tidak ramah lingkungan.

### Smoke Limiter



Tekanan Udara Masuk Rendah



Tekanan Udara Masuk Tinggi

### Hal-Hal Yang Perlu Diperhatikan Pada Air Induction System

1. Lakukanlah pembersihan/penggantian **filter secara berkala dan rutin**.
2. Hindari **kebocoran filter/saluran udara masuk**.
3. Jumlah udara yang diperlukan engine/ventilasi harus mencukupi ( **tidak vacuum** ).



4. Perkecil hambatan-hambatan pada pipa gas buang, untuk memperkecil **Back Pressure**.
5. Perhatikan **warna asap gas buang**.
6. Jangan membiarkan **udara panas** ( dari Exhaust Gas/Radiator ) masuk ke Inlet Manifold.