

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi *Engine*

Engine adalah suatu pesawat yang memiliki kemampuan untuk merubah energi panas yang dimiliki oleh bahan bakar menjadi energi gerak. Berdasarkan fungsinya maka terminologi *Engine* pada *C7 Caterpillar* biasa digunakan sebagai sumber tenaga atau penggerak utama (*Prime Power*) pada *Machine, Generator-Set, Kapal (Marine)* ataupun berbagai macam peralatan industri lainnya.

Pemanasan udara, panas, dan bahan bakar digabungkan sehingga menghasilkan pembakaran, yang menciptakan gaya yang diperlukan untuk menjalankan mesin. udara, yang berisi oksigen, diperlukan untuk membakar bahan bakar. Bahan bakar menghasilkan tenaga. Saat dikabutkan, bahan bakar terbakar dengan mudah dan dengan efisien. Bahan bakar harus terbakar dengan cepat, dalam proses yang teratur untuk menghasilkan tenaga panas.

Pembakaran ditentukan oleh tiga hal, yaitu:

1. Udara
2. Bahan bakar
3. Panas

Pada teorinya, satuan campuran udara dan bahan bakar terbagi menjadi dua jenis, yaitu berat dan volume. Dimana campuran idealnya adalah :

Air – Fuel Ratio

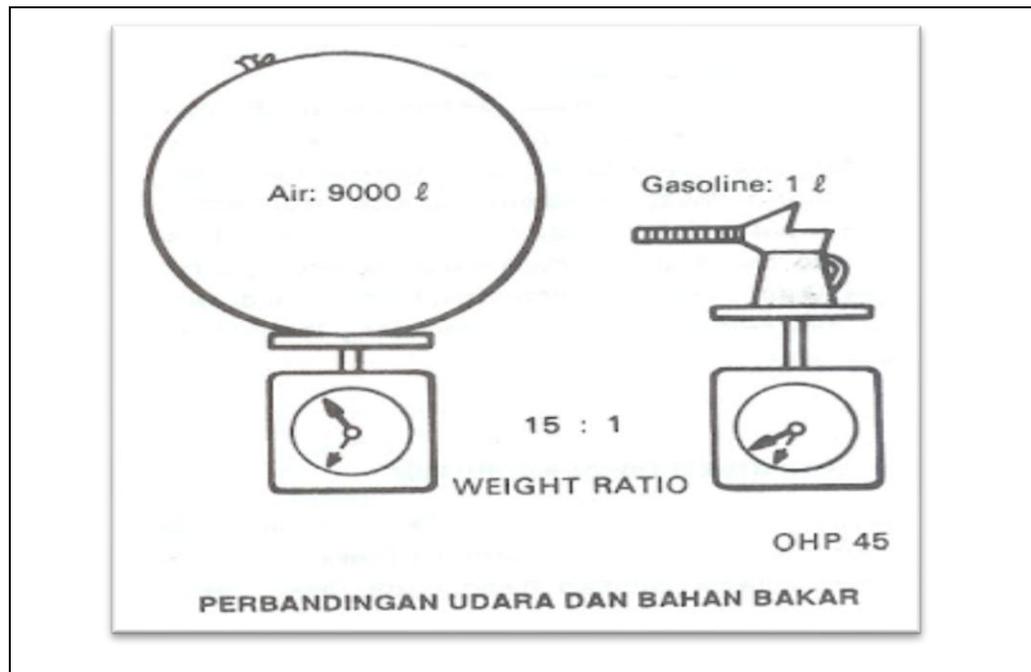
15 : 1 (Perbandingan Berat)

9000 : 1 (Perbandingan Volume)

Dimana, berat masing-masing berbeda

1 liter udara = 1,3 gram

1 liter bahan bakar = 780 gram



(Sumber : *Manual Book Mesin Caterpillar*)
 Gambar 2.1 Perbandingan Udara dan Bahan Bakar

Untuk mengetahui campuran ideal pada motor bakar yaitu dengan mengukur kadar zat buang dengan menggunakan alat Exhaust Analyzer yang dimasukkan ke dalam lubang pipa kenalpot. Nilainya bisa dilihat dari satuan Lamda. Apabila nilai Lamdanya 1, maka campurannya ideal.



(Sumber : *Manual Book Mesin Caterpillar*)
 Gambar 2.2 Macam-macam *Engine Diesel Caterpillar*

Terdapat bermacam-macam *Engine Diesel* Caterpillar dari berbagai macam bentuk dan juga ukuran (Gambar 2.2). Seluruh *Engine Diesel* Caterpillar menggunakan sistem pembakaran dalam (*Internal Combustion System*) dengan prinsip kerja empat langkah. Pengertian dari konsep empat langkah adalah untuk menghasilkan satu kali kerja dibutuhkan empat kali langkah *Piston* dan dua kali putaran *Crank shaft* yaitu : Langkah pemasukan (*Intake Stroke*), Langkah kompresi (*Compression Stroke*), Langkah kerja (*Power Stroke*), dan Langkah pembuangan (*Exhaust Stroke*).



(Sumber : *Manual Book* Mesin Caterpillar)
Gambar 2.3 *Cylinderhead* Caterpillar

2.2 *Cylinder head* (kepala silinder)

Cylinder head adalah salah satu komponen utama mesin yang dipasangkan pada blok silinder dan diikat menggunakan baut. *Cylinder head* harus tahan terhadap temperatur dan tekanan yang tinggi selama engine bekerja. Oleh sebab itu umumnya *Cylinder head* dibuat dari besi tuang.

Cylinder head ini dipasangkan langsung di atas *block cylinder* dengan menggunakan perapat gasket untuk mencegah terjadinya kebocoran, baik kebocoran oli pelumas, kebocoran kompresi, kebocoran gas pembakaran dan lain sebagainya.

Apabila *block cylinder* disebut sebagai *base engine part* atau komponen basic mesin, maka *cylinder head* disebut second base karena komponen ini juga menjadi basis beberapa komponen yang ada pada mesin bagian atas.

Pemasangan antara *cylinder head* dan *block cylinder* digunakan sambungan baut. Untuk melakukan pelepasan dan pemasangan kepala *cylinder* maka pengendoran dan pengencangan baut tidak boleh sembarangan, harus dilakukan sesuai dengan prosedur dengan urutan tertentu dan dengan beberapa tahapan.

Cylinder head ini harus tahan terhadap temperatur dan tekanan yang tinggi selama mesin beroperasi. Oleh sebab itulah pada umumnya *cylinder head* ini terbuat dari besi tuang yang tahan terhadap temperatur dan tekanan tinggi.

Cylinder head merupakan static part, artinya komponen ini bersifat statis atau tidak bergerak. Karena fungsinya memang hanya sebagai penutup bagian atas *block cylinder* . Jadi setelah kepala silinder terpasang diatas *block cylinder*, maka pembakaran didalam mesin bisa terjadi.

Sehingga bisa dikatakan, tidak ada mekanisme pada *cylinder head* yang ada, hanya mekanisme komponen didalam kepala silinder. Seperti mekanisme katup OHC.

Cylinder head, awalnya terbuat dari baja tuang yang dibuat melalui teknik cor sama seperti *cylinder head* namun hal itu memiliki kelemahan. Yakni bobotnya yang terlalu besar, bobot besar tersebut secara keseluruhan akan membebani kinerja mesin itu sendiri.

Sehingga, pembuatan *cylinder head* erbaru sudah menggunakan paduan aluminium. Kalau anda lihat, komponen *cylinder head* pada umumnya berwarna silver. Ini dikarenakan bahan penyusunnya sudah dicampur dengan aluminium.

Cylinder head yang terbuat dari paduan aluminium ini memiliki keuntungan dari pada yang terbuat dari besi tuang yaitu memiliki kemampuan pendinginan yang lebih besar. Aluminium *cylinder head* ini, memiliki kelebihan pada bobot yang ringan namun tetap kuat. Sehingga tidak membebani kinerja mesin dan mampu menahan pembakaran mesin.

Gangguan yang sering terjadi pada *cylinder head* pada saat pendinginan kurang sehingga temperatur mesin terlalu tinggi (*over heating*) adalah *cylinder head* menjadi melengkung.

Ketika *cylinder head* melengkung maka akan menyebabkan terjadinya kebocoran, salah satunya adalah kebocoran air pendingin dan oli pelumas sehingga antara air pendingin dan oli pelumas dapat bercampur. Ketika oli pelumas bercampur dengan air pendingin maka kualitas dari oli pelumas akan menurun dan fungsi dari oli pelumas pada mesin tidak akan maksimal.

Cylinder head merupakan static part, artinya komponen ini bersifat statis atau tidak bergerak. Karena fungsinya memang hanya sebagai penutup bagian atas *block silinder*. Jadi setelah *cylinder head* terpasang diatas *blok cylinder*, maka pembakaran didalam mesin bisa terjadi. Sehingga bisa dikatakan, tidak ada mekanisme pada *cylinder head*. Yang ada, hanya mekanisme komponen didalam *cylinder head* Seperti mekanisme katup OHC.

Oleh sebab itu selalu jaga kondisi mesin agar tidak terjadi *over heating* dan *over heating* ini dapat terjadi ketika jumlah air pendingin kurang, oli pelumas kurang, modifikasi mesin dengan menaikkan tekanan kompresi dan lain sebagainya.

, *Cylinder head* di pasang pada *block cylinder*, yang di ikat dengan baut – baut dan terbuat dari besi tuang, dalam melepas baut ini ada urutan – urutan tertentu dan di lakukan secara bertahap, lihat buku manual untuk lebih jelas lagi, tetapi pada umumnya untuk melepas baut – baut kepala silinder adalah dari luar ke dalam secara urut dan bertahap. Dan untuk pemasangan adalah kebalikan dari pelepasan.

Ada beberapa macam mekanisme katup yang di gunakan pada *engine* saat ini, seperti *ohv*, *ohc*, dan lain sebagainya.

Berikut pengertian dari istilah – istilah bahasa teknik diatas :



(Sumber : *Manual Book Mesin Caterpillar*)

Gambar 2.4 *Cylinder Head Ohv*

Cylinder head ohv (over head valve) adalah yang mekanisme katupnya menggunakan komponen *push rod*, *lifter*, dan *rocker arm assembly* untuk meneruskan gerak putar dari *cam shaft* menjadi gerak naik turun pada *valve*.



Gambar 2.5 *Cylinder Head Ohc (Over head camshaft)*

(Sumber : *Manual Book Mesin Caterpillar*)

Camshaft di tempatkan di atas *cylinder head* dan *cam*, yang langsung menggerakkan *rocker arm* tanpa melalui *lifter* dan *push rod*. *Camshaft* di gerakkan oleh *crankshaft* melalui *timing chain* atau *timing belt*. *Engine* jenis ini sedikit timbal lebih rumit di bandingkan dengan OHV, namun tidak menggunakan *lifter* dan *push rod* sehingga berat bagian yang bergerak menjadi berkurang.

Camshaft berputar object biasanya terbuat dari logam- yang berisi runcing *cams*, yang mengubah gerak rotasi gerak balik. *Camshafts* digunakan dalam mesin pembakaran internal (untuk mengoperasikan katup masuk dan keluar) sistem pengapian yang dikontrol secara mekanis dan pengontrol kecepatan motor listrik awal. *Camshaft* di mobil terbuat dari baja atau besi cor, dan merupakan faktor kunci dalam menentukan kisaran RPM pita daya mesin .

Pada mekanisme katup ini umumnya berfungsi untuk mengatur durasi (waktu) lamanya buka tutup katup saat proses kerja motor berlangsung. Namun sebenarnya fungsi dari *camshaft* tidak hanya untuk mengatur durasi bukaan katup tapi *camshaft* juga berfungsi untuk

Katup pada mesin terdiri dari dua buah macam yaitu katup hisap (*intake valve*) dan katup buang (*exhaust valve*). Sehingga jika

bukaan katup pada katup hisap ini durasinya lama saat langkah hisap maka semakin banyak bahan bakar yang terhisap masuk dan sebaliknya. Pada katup buang pun demikian, jika bukaan katup buang lebih lama maka gas hasil pembakaran dapat dibuang seluruhnya dan sebaliknya. Namun bukaan dari kedua katup ini tidak boleh terlalu lama karena justru akan membuat kompresi mesin menjadi bocor atau tenaga mesin yang gembos.

Dalam mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) terjadi konversi energi dari panas ke gerak melalui proses pembakaran. Pembakaran ini terjadi didalam mesin, tepatnya diatas *piston*. Sementara *piston* bekerja didalam blok silinder. Namun, sebenarnya pembakaran ini tidak terjadi didalam *block cylinder*. Hal ini karena komponen *block cylinder* hanya berbentuk kotak dengan rongga berbentuk silinder. Rongga tersebut digunakan sebagai lintasan *piston* untuk bergerak naik turun. Namun, agar pembakaran dapat terjadi maka sisi permukaan atas *block cylinder* perlu ditutup. Dan yang bertugas sebagai penutup ini adalah *head cylinder*.

2.3 Fungsi *Cylinder head*

Fungsi dari *cylinder head* adalah sebagai berikut :

1. Sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar dan udara.
2. Sebagai tempat pemasangan mekanisme katup (pada motor 4
3. Sebagai tempat untuk memasang pengabut.
4. Sebagai tempat untuk pemasangan saluran masuk (*intake manifold*) dan saluran buang (*exhaust manifold*).
5. Sebagai tempat pemasangan saluran air pendingin atau *water jacket*.
6. Sebagai tempat oli pelumas untuk bersirkulasi (kecuali pada motor 2 tak).

Dalam mesin pembakaran internal, *cylinder head* duduk di atas silinder di atas *block cylinder*. *Head cylinder* menutup di bagian atas *cylinder*, membentuk ruang pembakaran.

Sambungan ini disekat oleh paking. Pada kebanyakan mesin, *cylinder head* juga menyediakan ruang untuk lintasan yang mengumpan udara dan bahan bakar ke *cylinder*, dan yang memungkinkan knalpot keluar. *cylinder head* juga bisa menjadi tempat untuk memasang katup, busi, dan injektor bahan bakar.

Adapun *cylinder head* dipasang pada bagian atas dari *engine* yang berfungsi untuk menahan tekanan pembakaran, mengendalikan panas, tempat duduknya mekanisme *valve* dan mekanisme injeksi bahan bakar. *cylinder head* harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Dapat menahan tekanan pembakaran dan konsentrasi panas.
- b) Mempunyai efek pendinginan yang tinggi.
- c) Dapat mencegah kebocoran tekanan pembakaran secara keseluruhan.
- d) Dapat mengalirkan udara intake dan *exhaust* dengan lancar.
- e) Dapat mencampur udara dengan bahan bakar secara sempurna.

Selain itu juga, *cylinder head* akan membentuk ruang bakar bersama-sama dengan *cylinder* dan piston. Komponen ini terbuat dari besi cor (*cast iron*). Terdapat juga *cylinder head* yang terbuat dari bahan alloy *cast iron* dengan paduan nickel, *chrome*, molybdenum dan lain-lain untuk digunakan pada *supercharged engine* yang tahan pada temperatur tinggi.

Adapun beberapa fungsi *Head cylinder* antara lain ;

1. Sebagai rumah *valve*
2. Sebagai tempat saluran *intake* dan *ekhaust*. Merupakan kanal masuk udara kedalam ruang bakar yang diatur oleh *valve intake*.
3. Sebagai tempat pemasangan saluran air pendingin atau *water jacket*

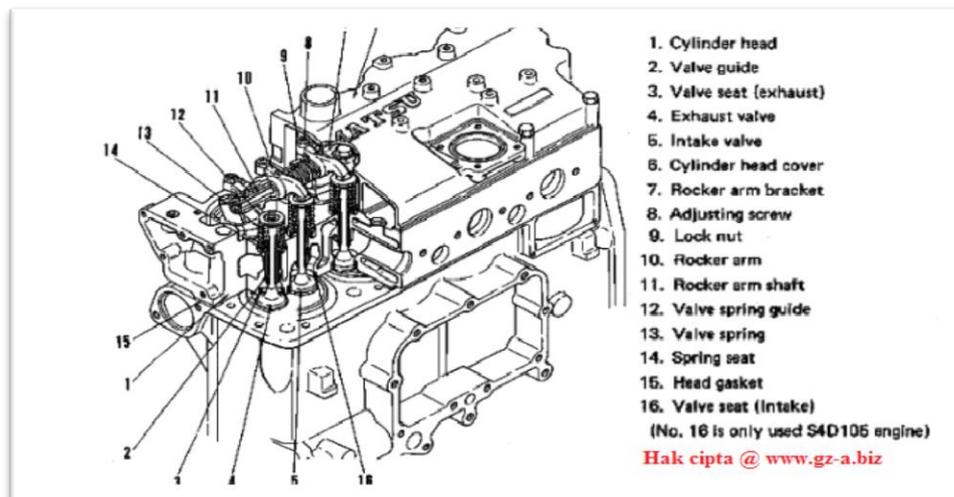
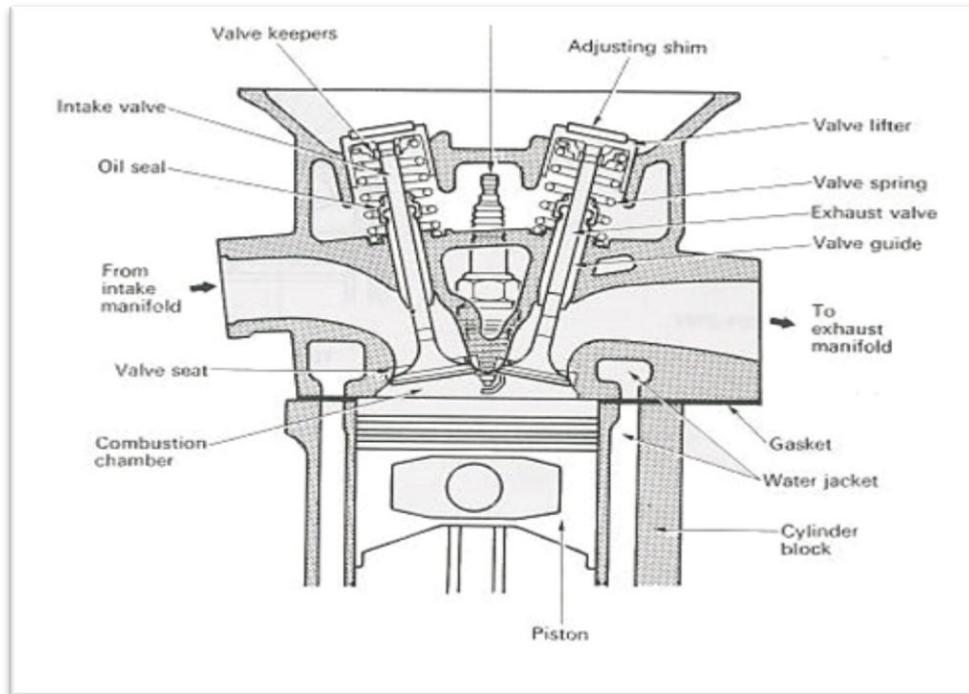
2.4 Komponen –komponen yang ada pada *cylinder head C7 (mesin caterpillar)*

Pada *cylinder head* terdapat mekanisme *valve* yang mempunyai komponen komponen antara lain:

1. *Injector* : tersebut yang mengubah bahan bakar menjadi kabut. Dengan proses pengkabutan. Baik tipe *indirect* atau *direct injection*, injektor selalu diletakkan di kepala silinder.
2. *Adjusting shim*: berguna sebagai penyetel celah katup. Di dalam kepala silinder memang terdapat katup yang menjadi salah satu bagian utama.
3. *Valve guide*: berguna sebagai penghantar gerakan katup.
4. *Gasket* : berguna sebagai merapatkan dua bagian, yakni kepala silinder dan *block silinder*. Dengan begitu maka tidak akan terjadi kebocoran yang mampu mengganggu kinerja mesin.
5. *Water cooling* : Salah satu teknologi penting berupa sistem pendingin yang berfungsi sebagai penyerap panas dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder sehingga pengoperasian motor induk tetap lancar. Sistem terbuka ini bekerja dengan cara melakukan pendinginan melalui media air laut untuk penyerapan panas .
6. *Housing for thermostat* : salah satu komponen yang sangat vital didalam sistem engine cooling atau pendinginan mesin adalah thermostat. Komponen ini adalah berupa katup yang terbuat dari dua buah jenis logam berbeda yang mana jika dilalui oleh suhu diatas suhu kerja maka katup ini akan membuka, dan menutup kembali ketika suhu sudah kembali dingin (kembali ke suhu kerja).
7. *Valve lifter*: berguna untuk mengangkat katup yang ada di kepala silinder mesin kapal . *Valve lifter* berbentuk seperti mangkuk yang menyelimuti bagian atas katup. Bahan yang dibuat pada *valve lifter* ini adalah logam aluminium yang memiliki gaya gesek kecil. Hal itu dikarenakan di permukaan lifter ini akan terjadi gesekan dengan camshaft, kalau bahan *valve lifter* kasar maka akan menimbulkan kerugian tenaga besar. *Valve lifter* ini digunakan untuk melindungi batang katup dari gesekan *camshaft*.

8. *Rocker arm* : memiliki fungsi yang sama yakni sebagai penekan batang katup. Tapi, bentuk rocker arm seperti pengungkit yang bertumpu pada head cylinder dan batang katup.
Pada mesin generasi terbaru, valve lifter sudah tidak ada. Sebagai gantinya, *rocker arm* akan langsung sebagai tumpuan gesek. Namun, terdapat roller bearing yang mencegah kerugian tenaga akibat gesekan ini.
9. *Exhaust valve* (katup buang): berguna untuk proses menutup serta membuka saluran buang (*exhaust manifold*).
10. *Intake valve* (Katup hisap): berguna untuk proses buka dan tutup saluran masuk (*intake manifold*). Secara ukuran, katup hisap biasanya lebih besar daripada katup buang.
11. *Stude hole* : adalah bagian komponen dengan bagian tempatnya dibawah bagian *rocker arm* berfungsi sebagai wadah atau tutup dari komponen *cylinder head* terbuat dari alumunium baja berwarna ke silveran dan tahan panas .
12. *Valve retainer* : Mengembalikan katup pada kedudukan/posisi semula dan memberi tekanan pada katup agar dapat menutup dengan rapat
13. *Rocker arm Shaft* atau yang sering juga disebut dengan pelatuk klep atau juga templar roller *rocker arm shaft* ini berfungsi untuk membuka dan menutup katup (klep), baik katup hisap dan katup buang.
14. *Valve Clearance* : Mengacu pada ekspansi panas, maka pada rocker arm dan *valve stem end* harus terdapat celah katup. Jika celah katup terlalu sempit, maka *valve* akan membuka terlalu awal dan menutup lambat, sehingga mengakibatkan terjadi *Miss fire* atau *Back fire*.
15. *Valve seat*: berguna untuk menjadi tempat dudukan kepala katup.
16. *Cylinder head cover* : merupakan tutup kepala silinder yang akan menutup bagian atas kepala silinder. Pada *cover* ini pula biasanya diletakan tutup oli yang digunakan untuk tempat pengisian oli mesin.
17. *Oil seal*: berguna untuk menjadi perapat oli agar tidak bisa bocor ke ruang bakar karena bisa menimbulkan masalah lainnya.

18. *Lubricating hole*: lubang oli ini ada disela-sela kepala silinder. Fungsinya sebagai lanjutan jalur sirkulasi oli dari blok silinder.
19. *Valve keepers*: berguna untuk menjadi pengunci di antara katup dengan pegas katup.
20. *To exhaust manifold*: berguna untuk dihubungkan dengan exhaust manifold. *Exhaust port* berhubungan dengan ruang bakar dan exhaust manifold. Bahan *exhaust manifold* berasal dari baja tuang, hal tersebut dikarenakan manifold ini akan berhubungan langsung dengan gas buang yang panas. Sehingga itu *exhaust manifold* harus tahan panas.
21. *To intake manifold*: berguna untuk dihubungkan dengan *intake manifold*. *Intake port (duct)* menghubungkan *intake manifold* dan ruang bakar sebagai saluran masuk dari udara hisap. Bentuk dan permukaan dalam dari saluran ini akan memberikan pengaruh besar terhadap efisiensi udara masuk. Bentuk dari saluran ini bertujuan meminimalkan hambatan udara yang mengalir ke dalam ruang bakar. *Intake port* yang dapat menghasilkan sebuah pusaran udara yang baik khusus digunakan pada *engine* yang menggunakan tipe pembakaran langsung (*direct combustion*), sehingga proses pencampuran antara udara dan bahan bakar dapat berlangsung dengan sempurna. *Intake port* sangat berperan penting untuk menghasilkan suatu pusaran udara.

Gambar 2.6 dan 2.7 Komponen *Cylinder Head*

(Sumber : Parts identification by SIS 2015)

Tabel 2.1 Komponen –Komponen *Cylinder Head*

1	<i>INJECTOR</i>
2	<i>ADJUSTING SHIM</i>
3	<i>VALVE</i>
4	<i>GASKET</i>
5	<i>WATER COLING</i>
6	<i>HOUSING FOR THERMOSTAT</i>
7	<i>VALVE LIFTER</i>
8	<i>EXHAUST VALVE</i>
9	<i>INTAKE VALVE</i>
10	<i>VALVE RETAINER</i>
11	<i>STUDE HOLE</i>
12	<i>VALVE SEAT</i>
13	<i>OIL SEAL</i>
14	<i>VALVE KEEPERS</i>
15	<i>EXHAUST MANIFOLD</i>
16	<i>INTAKE MANIFOLD</i>

(Sumber : *Manual Book Mesin Caterpillar*)

2.5 Beberapa masalah yang sering terjadi pada *cylinder head*

Karena perannya yang sangat penting dan pekerjaan yang ditanggung cukup berat, maka sangatlah mungkin bagian head ini mengalami masalah. Permasalahan ada di bagian atas dan bawah, yang solusinya (biasanya) sebelum diselesaikan head *cylinder* harus dilepas terlebih dahulu dari silindernya.

Berikut masalah yang umum terjadi pada *cylinder head* :

Table 2.2 Masalah – Masalah pada *Cylinder Head*.

No	Masalah	Indikasi	Penyebab	Cara mengatasi
1	<i>Valve</i> bocor	<i>Engine</i> susah running	<i>Valve</i> yang aus atau <i>valve seat</i> yang sudah aus karena benturan yang terjadi terus menerus saat engine running	Sekur <i>valve</i> atau ganti <i>valve</i> dan <i>setting</i> dengan yang baru
2	<i>Cylinder head</i> memuai	Air pendingin bercampur dengan oli mesin	<i>Engine</i> yang terlalu panas dan mengakibatkan kebocoran antara <i>cylinder head</i> dan <i>block cylinder</i>	Meratakan permukaan <i>cylinder head</i> dengan mesin bubut atau mengganti <i>cylinder head</i> dengan yang baru
3	Gasket <i>cylinder head</i> rusak	Air pendingin bercampur dengan oli tetapi <i>cylinder head</i> tidak memuai	<i>Gasket cylinder head</i> sudah rusak faktor pemakaian yang sudah lama atau kesalahan proses pemasangan sebelumnya	Ganti gasket dengan yang baru
4	<i>Cylinder head</i> retak	Oli bercampur dengan air atau kebocoran kompresi engine	Panas berlebih karna kurangnya pendingin pada engine	Ganti <i>cylinder head</i> dengan yang baru

Sumber: GRPTS (*guideline for reusable parts and salvage operation*) by SIS (*Service information system*) 2015

Struktur Dari *Cylinder Head*

Adapun struktur dari *cylinder head* yang bermacam-macam, tergantung dari langkah pembakarannya (*combustion cycle*), bentuk dari ruang bakar, posisi dari *camshaft*, dan *mekanisme valve*.

Menurut konstruksinya, *cylinder head* dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu: *cylinder head* dengan tipe *devided/sectional* dan tipe *unit/solid*. Jika satu *cylinder head* digunakan untuk semua silinder, maka disebut tipe *unit/solid*, sedangkan jika satu *cylinder head* digunakan untuk satu atau lebih silinder, maka disebut dengan tipe *devided/sectional*.