

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Mesin Bensin**

Mesin/motor bensin merupakan salah satu bentuk motor pembakaran dalam, yang beroperasi dengan bahan bakar bensin. Cara kerja pembakaran motor bensin tidak sama dengan motor diesel. Pada motor bensin udara dan bahan bakar yang tercampur didalam carburator, terhisap ke dalam ruang bakar dan dikompresikan hingga mencapai tekanan dan temperatur tertentu. Pada akhir langkah kompresi, busi memercikan api sehingga terjadi pembakaran.. Sistem yang ada pada sebuah motor terdiri atas sistem bahan bakar, sistim pelumasan, dan sistim pendingin Motor dibedakan dari proses kerjanya yaitu motor empat (4) tak dan motor 2 tak. Sedangkan berdasarkan penyalan bahan bakarnya motor juga dibedakan menjadi 2 yaitu motor bensin dan motor diesel.

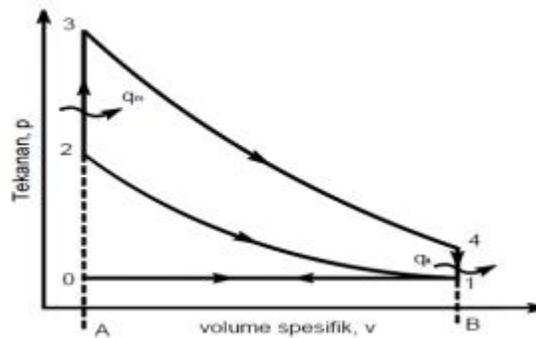
Motor bensin dan motor diesel bekerja dengan torak bolak balik (naik turun pada motor gerak). Keduanya bekerja pada prinsip 4 langkah dan prinsip ini umumnya digunakan pada teknik mobil. Untuk motor dengan penyalan busi disebut motor bensin dengan menggunakan bahan bakar bensin(premium), sedangkan untuk motor diesel menggunakan bahan bakar solar atau minyak diesel.

#### **2.2 Siklus Otto (Siklus udara volume konstan)**

Pada siklus otto atau siklus volume konstan proses pembakaran terjadi pada volume konstan, sedangkan siklus otto tersebut ada yang berlangsung dengan 4

(empat) langkah atau 2 (dua) langkah. Untuk mesin 4 (empat) langkah siklus kerja terjadi dengan 4 (empat) langkah piston atau 2 (dua) poros engkol.

Adapun langkah dalam siklus otto yaitu gerakan piston dari titik puncak (TMA=titik mati atas) ke posisi bawah (TMB=titik mati bawah) dalam silinder.



**Gambar 2. 1 Diagram P-V dan T-S siklus otto**

(Cengel & Boles, 1994 : 458)

Proses siklus otto sebagai berikut :

Proses 1-2 : proses kompresi *isentropic* (*adiabatic reversible*) dimana piston bergerak menuju (TMA=titik mati atas) mengkompresikan udara sampai volume *clearance* sehingga tekanan dan temperatur udara naik.

Proses 2-3 : pemasukan kalor volume konstan, piston sesaat pada (TMA=titik mati atas) bersamaan kalor suplai dari sekelilingnya serta tekanan dan temperatur meningkat hingga nilai maksimum dalam siklus.

Proses 3-4 : proses isentropik udara panas dengan tekanan tinggi mendorong piston turun menuju (TMB=titik mati bawah), energi dilepaskan disekeliling berupa internal energi.

Proses 4-1 : proses pelepasan kalor pada volume konstan piston sesaat pada (TMB=titik mati bawah) dengan mentransfer kalor ke sekeliling dan kembali mlangkah pada titik awal.

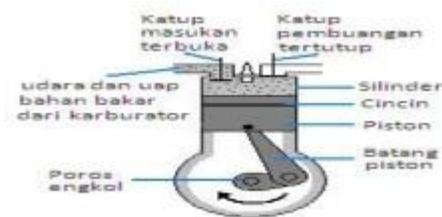
### **2.3 Prinsip Kerja**

Toyota Kijang 4K adalah motor 4 langkah, maka perlu dipahami prinsip kerjanya. Motor 4 langkah ini menggunakan bahan bakar bensin yang dicampur dengan udara untuk mendapatkan perbandingan tertentu dan terbentuk gas yang diolah dalam karburator. Dengan perbandingan campuran udara dan bensin serta proses pamampatan dan pembakaran yang sempurna dalam ruang bakar, maka torak akan terdorong ke bawah dengan tenaga yang kuat. Tenaga yang dihasilkan torak ini tidak langsung digunakan untuk menggerakkan, tenaga ini perlu diubah menjadi gerak putar yang perlu sekali untuk menggerakkan bagian-bagian mesin. Kerja periodik motor bensin 4 langkah dimulai dari gerak isap, yang campuran udara dan bensinya dihisap kedalam silinder, kemudian kompresi, pembakaran dan pembuangan gas-gas bekas yang telah terbakar dalam ruang bakar. Pada motor bensin ini torak bergerak membuat 4 langkah dalam satu siklus, membuat atau memerlukan 2 kali putaran penuh poros engkol. Titik tertinggi yang dicapai torak disebut titik mati atas (TMA) dan titik terendah yang dicapai torak disebut titik mati bawah (TMB). Berikut ini kerja periodik motor bensin 4 langkah :

#### **1. Langkah Hisap**

Dalam langkah ini, campuran bahan bakar bensin di hisap ke dalam silinder. Katup hisap membuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak

dari titik mati atas ( TMA ) ke titik mati bawah (TMB), menyebabkan ruang silinder menjadi vakum dan menyebabkan masuknya campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder yang disebabkan adanya tekanan udara luar.



**Gambar 2.2 Langkah Hisap**

## **2. Langkah Kompresi**

Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), campuran yang dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya akan naik, sehingga akan mudah terbakar. Saat inilah percikan api dari busi terjadi . Poros engkol berputar satu kali ketika torak mencapai titik mati atas ( TMA ).



**Gambar 2.3 Langkah Kompresi**

### 3. Langkah Usaha

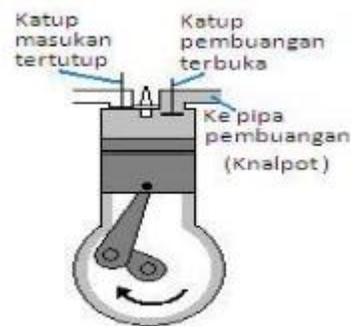
Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Saat torak mencapai titik mati atas ( TMA ) pada saat langkah kompresi, busi memberikan loncatan bunga api pada campuran yang telah dikompresikan. Dengan adanya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin.



**Gambar 2.4 Langkah Usaha**

### 4. Langkah Buang

Dalam langkah ini, gas yang sudah terbakar, akan dibuang ke luar silinder. Katup buang membuka sedangkan katup hisap tertutup. Waktu torak bergerak dari titik mati bawah ( TMB ) ke titik mati atas ( TMA ), mendorong gas bekas keluar dari silinder. Pada saat akhir langkah buang dan awal langkah hisap kedua katup akan membuka sedikit ( valve overlap ) yang berfungsi sebagai langkah pembilasan ( campuran udara dan bahan bakar baru mendorong gas sisa hasil pembakaran ). Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan langkah berikutnya, yaitu langkah hisap. Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam satu siklus yang terdiri dari empat langkah yaitu, 1 langkah hisap, 1 langkah kompresi, 1 langkah usaha, 1 langkah buang yang merupakan dasar kerja dari pada mesin empat langkah.



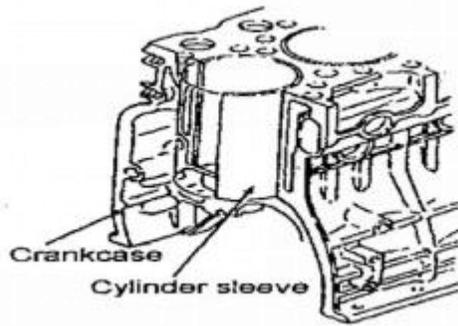
**Gambar 2.5 Langkah Buang**

## **2.4 Bagian-bagian Utama Mesin Bensin**

Komponen-komponen mesin Bensin tidak berbeda jauh dengan komponen mesin diesel. Kumpulan dari komponen-komponen (elemen) tersebut membentuk satu kesatuan dan saling bekerja sama disebut dengan *engine*. *Engine* tersebut akan bekerja dan menghasilkan tenaga dari proses pembakaran kemudian mengubahnya menjadi energi gerak serta mengubah gerak lurus piston menjadi gerak putar. Komponen-komponen tersebut adalah :

### **1. *Crankcase* dan *Cylinder Liner***

*Crankcase* atau bak engkol ditempatkan dibawah bagian blok silinder. Pada bagian atasnya dibuat sedemikian rupa untuk tempat poros engkol (*crankshaft*) yang ditumpu oleh bantalan-bantalan. *Crankcase* dibuat dari *cast iron* dan dibentuk rigid dengan konsentrasi tegangan dan perubahan bentuk yang sangat kecil. *Cylinder Liner* adalah dinding silinder atau dinding tempat pembakaran yang mempunyai permukaan halus.



**Gambar 2.6** *crankcase dan cylinder liner*

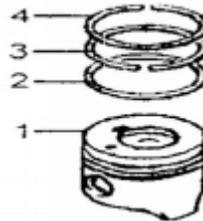
## **2. Piston dan Ring Piston**

*Piston* adalah komponen yang berfungsi untuk menerima tekanan atau ekspansi pembakaran kemudian diteruskan ke *crankshaft* melalui *connecting rod*. Komponen yang menghubungkan antara *piston* dengan *connecting rod* disebut *piston pin*. Untuk mencegah agar tidak terjadi kebocoran antara *piston* dengan dinding silinder dan masuknya minyak pelumas keruang bakar, maka pada bagian atas *piston* dipasang tiga buah *ring piston* yaitu dua *ring* untuk kompresi dan satu *ring* untuk pelumasan. *Piston* harus mempunyai sifat tahan terhadap tekanan tinggi dan dapat bekerja dalam kecepatan tinggi.

*Ring piston* berfungsi sebagai *seal* perapat untuk mencegah terjadinya kebocoran antara *piston* dengan dinding silinder dan mencegah masuknya minyak pelumas kedalam ruang bakar serta memindahkan sebagian besar panas *piston* ke dinding silinder.

*Ring piston* terbuat dari *special cast iron* dan diberi *cut joint* untuk memudahkan pemasangan kedalam alur yang terdapat pada *piston*. Pada *piston* terdapat tiga *ring* yang terpasang, yaitu dua *compression ring* dan satu *oil ring*. *Compression ring* berfungsi untuk mencegah kebocoran gas selama langkah

kompresi dan langkah kerja, sedangkan *oil ring* berfungsi untuk mengikis kelebihan minyak pelumas dari dinding silinder dan mencegahnya masuk kedalam ruang bakar.



**Gambar 2.7** *piston* dan *ring piston*

Keterangan gambar 2.3 :

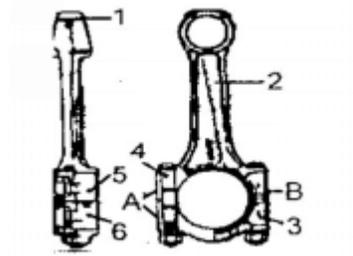
1. *Piston*
2. *Oil Ring*
3. *Compression Ring kedua*
4. *Compression Ring pertama*

### **3. *Connecting Rod* dan *Connecting Rod Bearing***

*Connecting rod* adalah bagian yang menghubungkan antara *piston* dengan *crankshaft*. *Connecting rod* ini secara berulang-ulang bekerja dengan penuh kekuatan menerima beban. Oleh karena itu *connecting rod* dibuat dari bahan baja spesial.

*Connecting rod bearing* terdiri dari dua jenis yaitu jenis *bearing* model sisipan (*insert bearing*) dan jenis *bearing* model tuangan. Pada umumnya *bearing*

model sisipan banyak digunakan karena dapat dipasang dengan tepat dan dapat diganti apabila rusak.



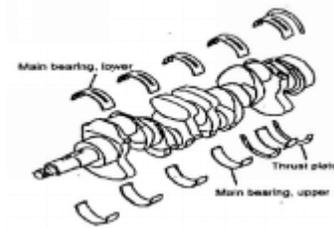
**Gambar 2.8** *connecting rod* dan *connecting bearing*

Keterangan gambar 3 :

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1. <i>Connecting Rod Bushing</i> | 5. <i>Upper Connecting Rod Bearing</i> |
| 2. <i>Connecting Rod</i>         | 6. <i>Lower Connecting Rod Bearing</i> |
| 3. <i>Connecting Rod Cap</i>     | A. Tanda Untuk Meluruskan              |
| 4. <i>Connecting Rod Bolt</i>    | B. <i>Mass Mark</i>                    |

#### **4. Crankshaft**

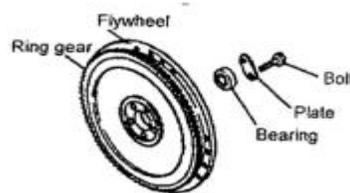
*Crankshaft* mempunyai tugas penting mengubah gerak lurus menjadi gerak putar. Pada Mesin Bensin ini, *crankshaft* yang digunakan adalah *highly rigid die forging integral* dengan *balance weight*. *Balance weight* dipasang untuk menjamin keseimbangan perputarannya. Pada ujung depan *crankshaft*, terdapat *crankshaft pulley* dan *crankshaft gear* yang diikat dengan baut. *Crankshaft pulley* memutar *alternator* dan *water pump* melalui *V-Belt*.



**Gambar 2.9** *crankshaf*

### **5. Flywheel**

*Flywheel* merupakan piringan yang terbuat dari *cast iron* dan dibaut pada ujung *crankshaft*. *Crankshaft* hanya mendapatkan tenaga putaran dari langkah kerja saja. Agar *crankshaft* dapat bekerja pada langkah lainnya, *crankshaft* harus dapat menyimpan daya putaran yang diperolehnya. Bagian yang menyimpan tenaga putaran ini adalah *flywheel*. Pada sekeliling *flywheel* dipasang *ring gear* yang berhubungan dengan *starter pinion*.



**Gambar 2.10** *flywheel*

### **2.5 Konsep Dasar Perawatan dan Perbaikan**

Perawatan merupakan usaha yang dilakukan untuk menjaga peralatan atau mesin agar tetap beroperasi sesuai fungsinya. Perawatan bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan dan dilakukan baik sebelum maupun setelah terjadi kerusakan. Perawatan mencakup pemeliharaan dan perbaikan kerusakan

Perbaikan merupakan usaha yang dilakukan untuk menjaga peralatan atau mesin setelah terjadi kerusakan, sehingga dapat beroperasi mendekati atau tetap berfungsi sebelum terjadi kerusakan.

### **2.5.1 Bentuk-bentuk Perawatan dan Perbaikan**

Adapun macam-macam perawatan yang dilakukan berdasarkan kondisi mesin, yaitu sebagai berikut:

#### **1. *Corrective Maintenance* ( Perawatan koreksi )**

*Corrective Maintenance* ( Perawatan koreksi ) adalah pemeliharaan yang dilaksanakan dengan memperbaiki perubahan kecil yang terjadi di dalam desain, serta menambahkan komponen - komponen yang sesuai dan juga menambahkan material - material yang cocok sehubungan dengan kegiatan inspeksi. Pemeliharaan koreksi dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas atau peralatan sehingga mencapai standar yang dapat diterima. ( mengembalikan mesin pada kondisi standar yang diperlukan ).

#### **2. *Running Maintenance* ( Perawatan berjalan )**

*Running Maintenance* ( Perawatan berjalan ) adalah suatu kegiatan perawatan yang dilakukan dengan tujuan hanya memperbaiki peralatan yang rusak saja dalam suatu unit dan unit tersebut tetap melakukan kegiatan. Pemeliharaan berjalan diterapkan pada peralatan - peralatan yang harus beroperasi terus dalam melayani proses produksi. Contoh: inspeksi, penyetelan sistem pelumasan, dll.

### **3. Breakdown Maintenance ( Perawatan setelah terjadi kerusakan )**

*Breakdown Maintenance* ( Perawatan setelah terjadi kerusakan ) adalah pemeliharaan yang dilakukan sebagai tindakan untuk mengembalikan kondisi normal suatu mesin / peralatan setelah mengalami kegagalan fungsi yang mengakibatkan peralatan tersebut berhenti beroperasi ( dilakukan ketika terjadi kerusakan pada komponen peralatan ). Dalam hal ini harus disiapkan suku cadang, alat -alat, dan tenaga kerjanya. Contoh: Overhaul.

### **4. Preventive Maintenance ( Perawatan Pencegahan )**

*Preventive Maintenance* ( Perawatan Pencegahan ) adalah pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin / peralatan saat unit produksi beroperasi ( cara pemeliharaan yang direncanakan untuk pencegahan ). Ruang lingkup pemeliharaan preventif diantaranya termasuk inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin terhindar dari kerusakan selama beroperasi. Jadwal preventif ini disusun berdasarkan data dari pihak pabrik pembuat mesin yang dapat disusun berdasarkan waktu, yaitu harian, mingguan, bulanan, tahunan, atau disesuaikan dengan lamanya waktu pengoperasian mesin.

### **5. Emergency Maintenance ( Perawatan Darurat )**

*Emergency Maintenance* ( Perawatan Darurat ) adalah pemeliharaan yang dilakukan apabila mesin mati sama sekali karena terjadinya kerusakan atau kelainan yang menyebabkan mesin tidak dapat dioperasikan. Perawatan ini tidak direncanakan sebelumnya dan perbaikannya dilaksanakan untuk mencegah terjadinya akibat yang lebih serius. Contoh : korosi.

## **2.5.2 Aktivitas Perawatan dan Perbaikan**

Aktivitas perawatan terdiri atas beberapa bagian yaitu check up atau inspeksi, perawatan preventif, reparasi dan overhaul.

### **1. Check Up**

Check up atau inspeksi adalah aktivitas perawatan dengan cara melakukan pengontrolan berkala terhadap suatu peralatan. Menciptakan mesin selain siap operasi, penjagaan bagian-bagian mesin yang perlu diganti atau tidak bila perlu di overhaul dan mengontrol mutu serta pola perawatan.

#### **a. Perawatan Preventif**

Pekerjaan perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan atau cara perawatan yang di rencanakan atau pencegahan. Perawatan preventif ini sangat penting di terapkan pada mesin yang bekerjanya kontinyu.

#### **b. Reparasi**

Reparasi adalah bentuk perawatan dengan melakukan penggantian pada bagian-bagian yang tidak layak di pakai.

#### **c. overhaul**

overhaul adalah kegiatan bongkar pasang terhadap suatu komponen mesin dengan tujuan menganalisa serta memperbaiki kerusakan pada komponen mesin tersebut.

**Tabel 2.1 Jadwal**

**kegiatan overhaul pada mesin bensin Toyota Kijang 4k**

No.	Waktu	Kegiatan
1.	2019	1.Pemeriksaan mesin  2.Mulai melakukan Pembongkaran komponen-komponen mesin, seperti: <ul style="list-style-type: none"><li>• Membuka Fan belt, Kipas Pendingin dan pipa-pipa Saluran air</li><li>• Membongkar kepala silinder</li></ul>
2.	2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Membongkar Kepala silinder</li><li>• Membuka karter oli</li><li>• Membuka <i>Flywheel</i></li><li>• Membongkar blok silinder</li></ul>
3.	2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Membongkar blok silinder</li><li>• Membuka Poros engkol</li></ul>
4.	2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Membuka Poros engkol</li></ul>
5.	2019	3. Melakukan Perawatan dan Perbaikan,seperti: <ul style="list-style-type: none"><li>• Membersihkan Kepala silinder</li><li>• Sekir klep (katup)</li></ul>
6.	2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Membersihkan Kepala Silinder</li><li>• Sekir klep (katup)</li></ul>
7.	2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sekir klep (katup)</li><li>• Mencari/membeli komponen-komponen yang akan diganti</li></ul>
8.	2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mengganti pipa-pipa saluran air</li><li>• Membersihkan penumbuk katup dan merakit kembali</li></ul>

9.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekir klep (katup)</li> <li>• Mengganti perapat oli</li> </ul>
10.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bersihkan blok silinder</li> </ul>
11.	2019	<p>5.Melakukan Pemasangan, seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• memasang poros engkol</li> <li>• memasang klep (katup)</li> </ul>
12.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memasang bantalan-bantalan piston</li> <li>• memasang klep (katup)</li> </ul>
13.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memasang ring piston</li> <li>• memasang piston ke poros engkol</li> </ul>
14.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memasang kepala silinder ke blok silinder</li> </ul>
15.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memasang rocker arm</li> <li>• setel klep (katup)</li> </ul>
16.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• setel klep (katup)</li> <li>• memasang pipa-pipa saluran air</li> </ul>
17.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memasang komponen-komponen lain seperti distributor, filter oli, memasang flywheel</li> </ul>
18.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memasang kabel-kabel tegangan, selang bensin</li> </ul>
19.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setel klep (katup)</li> </ul>
20.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setel klep (katup)</li> <li>• Setel top speed</li> </ul>
21.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setel top speed</li> </ul>
22.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setel top speed</li> </ul>
23.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setel top speed</li> <li>• Menghidupkan mesin</li> </ul>
26.	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengecetan/menghidupkan mesin</li> </ul>

## 2.6 spesifikasi alat

pesifikasi umum mesin bensin Toyota Kijang tipe 4K adalah sebagai berikut:

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| i. Jenis                      | : 4 langkah                                      |
| ii. Jumlah silinder           | : 4 buah   |
| iii. Tipe bahan bakar         | : bensin   |
| iv. Diameter silinder         | : 73.1   |
| v. Diameter Piston            | : 72.0   |
| vi. Langkah torak             | : 91.8   |
| vii. Perbandingan kompresi    | : 7 : 1  |
| viii. Volume langkah          | : 1495 cm <sup>3</sup>                           |
| ix. Urutan penyemprotan       | : 1 – 4 – 2 – 3                                  |
| x. Celah katup (Mesin dingin) | : Hisap            0.145 – 0.235 (0.006 - 0.009) |
|                               | Buang            0.275 – 0.365 (0.011 – 0.014)   |
| xi. Tipe busi                 | : DENSO            XU22PR9                       |
|                               | NGK                DCPR7EA                       |
| xii. Celah busi               | : 0.8 – 0.9 (0.031 – 0.035)                      |
| xiii. Kapasitas oli           | : dengan filter            3.0 (3.2, 2.6)        |
|                               | tanpa filter                2.7 (2.9, 2.4)       |
| xiv. Kapasitas pendingin      | : transmisi manual        6.0 (6.3 , 5.3)        |
|                               | transmisi otomatis        6.55 (6.9, 5.8)        |