

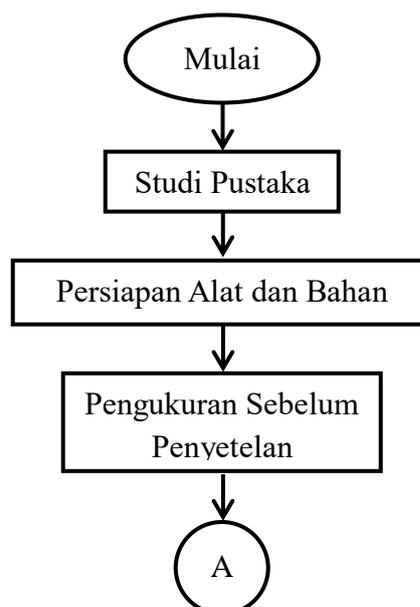
BAB III

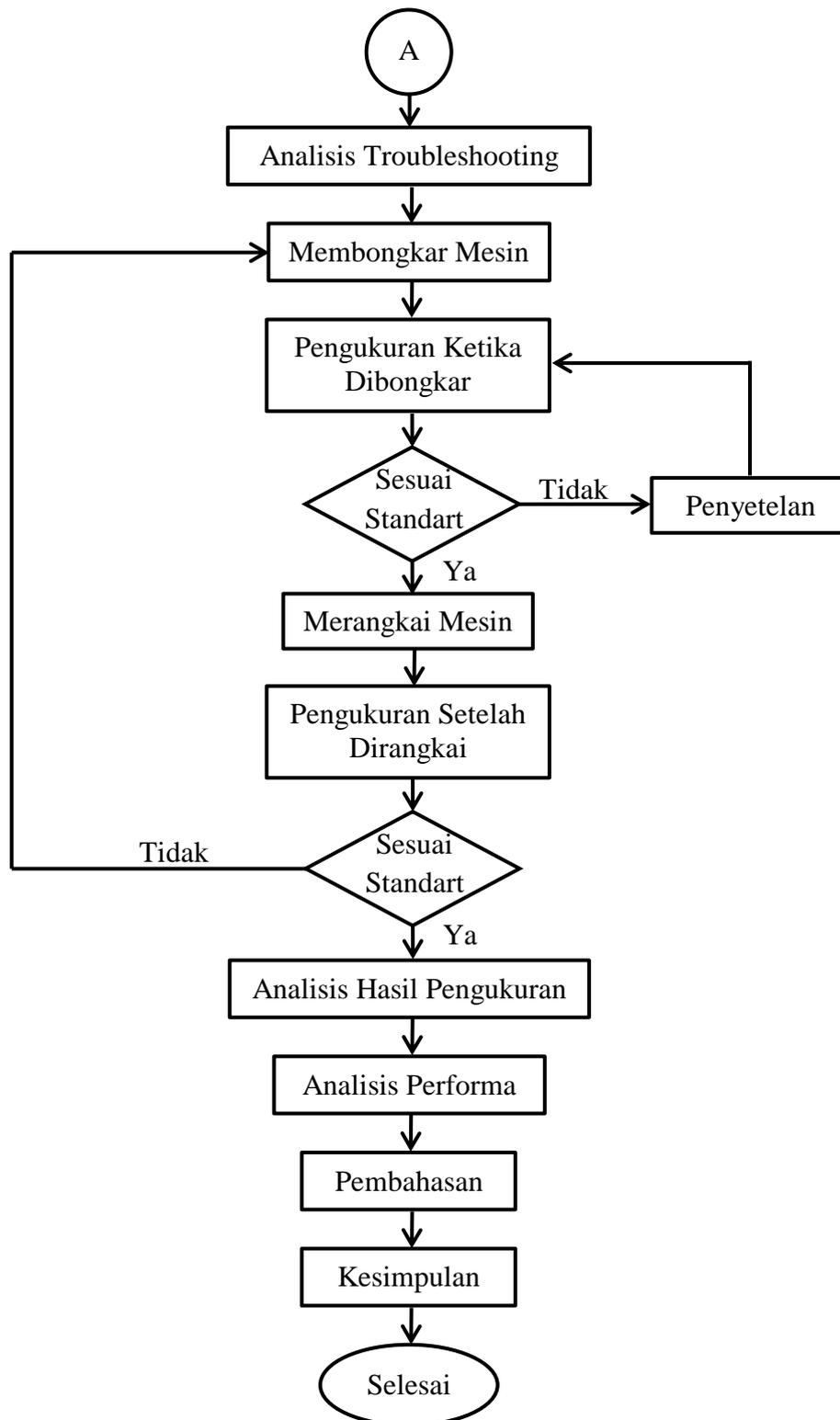
METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Proses pengambilan data penelitian dan segala kegiatan atau proses *overhaul* pada *engine* Toyota Great Corolla 4A-FE tahun 1993 dikerjakan di Laboratorium Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur, Kampus Wirobrajan Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta, yang bertempat di jl. H.O.S. Cokroaminoto, Pakuncen, Wirobrajan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Secara umum, tahap penelitian analisis pengukuran *overhaul* pada *engine* Toyota Great Corolla 4A-FE tahun 1993 adalah tahapan persiapan bahan, pengukuran sebelum penyetelan, *troubleshooting*, dan analisis hasil. Untuk lebih jelas, tahapan penelitian secara umum dapat dilihat pada bagan alir berikut ini.





Gambar 3.1. Bagan alir analisis pengukuran dan *troubleshooting* mesin

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini antara lain;

3.2.1. Alat

1. *Tool box set*
2. *Compression tester gauge* (alat ukur tekanan kompresi)
3. *Cylinder bore gauge* (alat ukur diameter dalam silinder)
4. *Dial indicator* (alat ukur keovalan permukaan benda berputar)
5. *Micrometer* (alat panjang ukur dengan ketelitian 0,01 mm)
6. Kunci *momen* (alat ukur momentum mengencangkan baut)
7. Jangka sorong (alat panjang ukur dengan ketelitian 0,05 mm)
8. *V-block* (dudukan benda yang berputar untuk diukur)
9. *Piston ring compressor* (alat bantu pemasangan piston)
10. *piston ring expander* (alat untuk membuka ring piston)
11. *Sraight edge* (penggaris lurus untuk mengukur kerataan)
12. *Fuller gauge* (alat untuk mengukur celah)

3.2.2. Bahan

1. *Engine Toyota Great Corolla 4A-FE tahun 1993*
2. Perpak
3. *O-ring*
4. Oli Mesin
5. *Grease*
6. *Sealer*

7. Pasta *scourse*
8. *Water coolant*
9. Bensin
10. Selang pembungkus ulir
11. Majun
12. *V-belt* pengganti

3.3. Metode perbaikan dan Diagnosa kerusakan

3.3.1. Metode dan Petunjuk *Overhaul*

1. Gunakan alat dan pengukur sebagaimana fungsi dan cara kerja sesuai dengan petunjuk penggunaan.
2. Selama pembongkaran, susunlah komponen-komponen dengan teratur sesuai pengelompokan pembongkaran untuk mempermudah perakitan kembali.
3. Sebelum melakukan pembongkaran pastikan seluruh soket kelistrikan dan selang dalam keadaan sudah terlepas serta tidak ada bagian yang dapat menyebabkan gangguan dalam proses penanganan.
4. Pastikan terdapat perpak/*gasket/seal* pada bagian penggabungan bagian komponen yang memungkinkan kebocoran udara maupun pelumas.
5. Bila diperlukan gunakan *sealer* pada *gasket* untuk mencegah kebocoran.

6. Gunakan SST (*Special Service Tools*) / alat khusus yang masih dalam kondisi bagus atau layak untuk digunakan untuk mengantisipasi kerusakan komponen yang hendak dikerjakan.
7. Saat dilakukan penggantian komponen selalu gunakan komponen yang memiliki jenis dan spesifikasi yang sama, bila memungkinkan penggantian yang menyeluruh selalu perhatikan acuan standar yang dianjurkan.
8. Patuhilah peraturan dan *SOP (Standart Operation Procedure)*
9. Selalu awali kegiatan dengan berdoa.

3.3.2. Diagnosa Kerusakan/*Troubleshooting*

1. Periksa seluruh bagian mesin yang apakah ada bagian yang terdapat rembesan oli, air pendingin, ataupun bagian yang rusak secara fisik.
2. Sebelum membongkar mesin hendaknya nyalakan mesin untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada pada mesin.
3. Saat mesin menyala periksa keadaan stasioner dan periksa ketika *RPM (Rotation PerMinutes)* diatas 2000, mesin sudah benar apakah masih terdapat gangguan.
4. Periksa apakah ada suara yang tidak normal ditimbulkan oleh mesin.
5. Catat bagian yang terjadi gangguan, dan persiapkan kunci khusus atau SST (*Special Service Tools*) yang dibutuhkan.
6. Lakukan penggantian ketika hendak dipasang, dan usahakan hindari penggantian dan penyetelan komponen ketika proses membongkar,

selain mengganggu proses pembongkaran juga akan membutuhkan waktu untuk pengecekan ulang ketika hendak dipasang.

7. Selalu catat bagian yang perlu diperbaiki dan bagian yang perlu diganti supaya memudahkan proses pemasangan serta terhindar dari kelalaian ketika memperbaiki.

3.4. Metode Pelaksanaan

3.4.1. Langkah pembongkaran, pemeriksaan dan pemasangan *engine* Toyota Great Corolla

Sebelum dibongkar hendaknya dilakukan pengambilan data dan pengujian terlebih dahulu. Lepas dahulu *belt alternator* dan pompa air, dengan cara merenggangkan dahulu empat baut *pully water pump* kemudian renggangkan baut *pivot* dan baut pengunci. Renggangkan baut penyetel *belt* tersebut, dan lepas *pully water pump* dengan melepas 4 baut pada *Pully* pompa air.

Tahap selanjutnya adalah melepas busi di setiap silinder dengan cara melepas kabel busi atau kabel tegangan tinggi dengan cara menarik pegangan soket busi, tidak diperbolehkan mencabut kabel busi dengan menarik kabel busi. Renggangkan dan lepas busi, untuk mengambil busi yang masih ada di dalam, gunakan soket busi dengan memasang soket busi atau menggunakan magnet dengan batang fleksibel.

Periksa kondisi busi pengapian dan ukur celah busi, periksa kondisi fisik dari busi dengan memeriksa bagian elektroda busi, *insulator* dan ulir busi. Kerap terjadi penurunan fungsi busi dikarenakan terdapat kerak pada elektroda busi.

Oleh karena itu bersihkan busi dari kerak dengan cara disikat dengan sikat kawat, kemudian atur celah busi dengan *fuller gauge*. Atur celah busi sebesar 0,8 mm, berhati-hatilah ketika menyetel celah busi karena bagian tersebut mudah patah.

Periksa tekanan kompresi silinder dengan memasukkan *compression tester gauge* ke dalam lubang busi. Bukalah *throttle valve* sepenuhnya ketika melakukan *start*. Gunakanlah baterai yang telah terisi penuh agar putaran mesin tidak terganggu. Ketika melakukan pengukuran sebaiknya menggunakan tempo yang sesingkat mungkin dan tidak melebihi 8 detik. Apabila *start* terlalu lama maka arus baterai mulai akan menurun dan menghambat putaran mesin. Lakukan pengukuran yang sama disetiap silinder. Catat nilai pengukuran tekanan kompresi pada tabel. Tekanan kompresi yang baik diantara 140 Psi hingga 220 Psi setara dengan 9,5 Bar hingga 15 Bar.



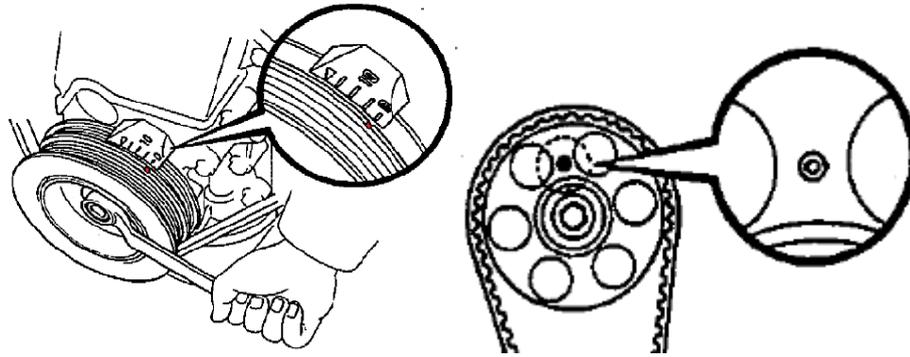
Gambar 3.2. Pengukuran tekanan kompresi.

Apabila terdapat kompresi yang rendah ketika pengujian, tuangkan sedikit oli mesin kedalam silinder kurang lebih satu sendok teh melalui lubang busi pada silinder yang bertekanan kompresi rendah. Apabila dengan penambahan oli mesin tersebut dapat meningkatkan tekanan kompresi, dapat disimpulkan bahwa

penurunan tekanan kompresi merupakan pertanda terdapat keausan atau kerusakan pada ring piston dan/atau dinding silinder. Apabila tekanan kompresi tidak terdapat peningkatan, kemungkinan telah terjadi kerusakan pada mekanisme katup atau terjadi kebocoran pada perpak kepala silinder. Catat keterangan yang didapat pada tabel pengukuran tekanan kompresi.

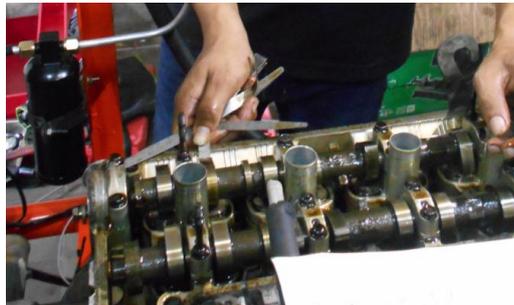
Langkah pertama melakukan *overhaul* adalah melepas seluruh soket/sambungan/konektor kabel yang terpasang pada mesin atau komponen mesin. Setelah semua terlepas dan tidak ada sambungan kabel atau kabel yang terhubung ke bodi mesin, pastikan tidak ada gangguan ketika melakukan pembongkaran. Keluarkan oli mesin dan air pendingin apabila hendak dibongkar keseluruhan dengan catatan mengeluarkan air pendingin dan oli mesin dilakukan setelah mesin tidak dinyalakan untuk pengujian lagi.

Lepas *cover cylinder head*, dengan cara melepas dahulu dua baut pelindung kabel yang terdapat pada *cover cylinder head*. Lepas juga selang dan katup *pcv* pada *cover cylinder head*, kemudian buka *cover cylinder head* dengan melepas 4 baut pada *cover*. Atur piston silinder 1 pada posisi TMA langkah kompresi, putar *pully crankshaft* dan tepatkan alur pada *pully crankshaft* pada tanda O yang tertulis pada tutup *timing belt*. Untuk memastikan itu adalah langkah kompresi, periksa lubang pada *pully camshaft* tepat dengan tanda *timing* pada *cap* bantalan *exhaust camshaft* no. 1. Apabila belum terlihat tanda pada lubang pada *pully camshaft*, putar *pully crankshaft* 360 derajat (satu putaran penuh) hingga alur *pully* tepat pada tanda O.



Gambar 3.3. Tanda ketika piston pada silinder 1 tepat di TMA langkah kompresi.
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

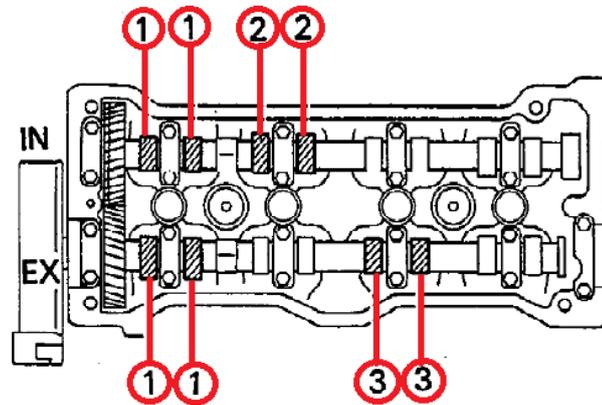
Periksa celah katup menggunakan *fuller gauge*, dan catat nilai yang didapat sesuai dengan celah yang diukur. Selipkan *fuller gauge* diantara *shim* katup dan *camlobe*. Gunakan *fuller gauge* dimulai dari ketebalan 0,15 mm, ketika masih terasa longgar, gunakan *fuller gauge* yang lebih tebal hingga terasa sedikit sesak ketika *fuller gauge* diselipkan.



Gambar 3.4. Mengukur celah katup menggunakan *fuller gauge*

Ukurlah celah katup ketika komponen mekanisme katup dalam keadaan dingin. Pengukuran celah katup disesuaikan dengan gambar di bawah saat *piston* pada silinder 1 di TMA ketika langkah kompresi. Pengukuran celah katup yang

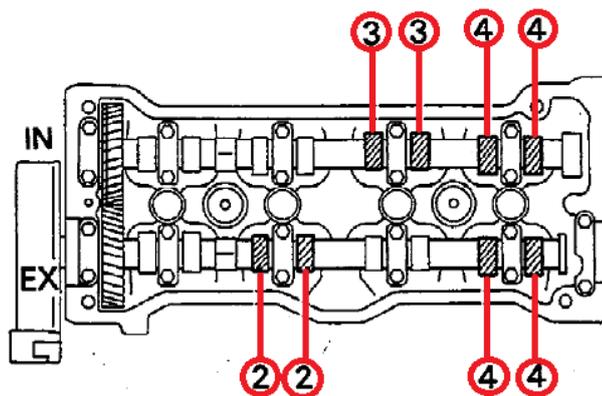
diukur ditandai dengan warna merah, angka yang dilingkari menunjukkan angka dari nomor silinder. Catat nilai celah katup pada table.



Gambar 3.5. Celah katup yang diukur ketika *piston* silinder 1 di TMA langkah kompresi.

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Putar *pully crankshaft* satu putaran penuh (360 derajat) dan alur pada *pully* poros engkol lurus dengan tanda O, sedangkan lubang pada *pully camshaft* tertutup oleh tutup *timing belt*. Catat nilai celah katup pada tabel.



Gambar 3.6. Celah katup yang diukur ketika *piston* silinder 4 di TMA langkah kompresi.

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Tabel 3.1. Standar celah katup ketika temperatur mesin dingin

Katup	Standar Celah katup (mm)
<i>Intake</i>	0,15 – 0,25
<i>Exhaust</i>	0,25 – 0,35

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

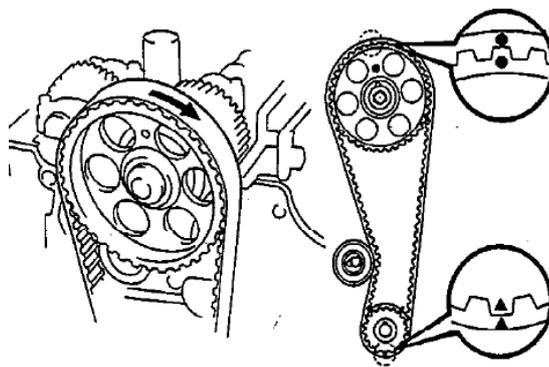
Setelah pengambilan data pada celah katup selesai, atur kembali pada silinder 1 berada di TMA ketika langkah kompresi. Apabila terdapat celah katup yang tidak sesuai dengan standar, maka ganti *shim* katup dengan ketebalan yang sesuai dengan hitungan. Gunakan rumus penggantian *shim* supaya celah katup sesuai dengan spesifikasi atau standar. Penggantian *shim* katup sebaiknya dilakukan ketika proses perbaikan atau persiapan pemasangan karena dapat mengganggu kegiatan pembongkaran.

Tabel 3.2. Rumus penggantian *shim* katup ketika mesin dingin

Rumus penggantian <i>shim</i> katup :
Katup hisap : $N = T + (A - 0,20 \text{ mm})$
Katup buang : $N = T + (A - 0,30 \text{ mm})$
Dengan keterangan:
T = ketebalan <i>shim</i> yang dilepas
A = hasil pengukuran celah katup
N = ketebalan <i>shim</i> baru

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Lepas baut *pully crankshaft* dengan SST penahan *pully crankshaft* dan kunci *shock*, kemudian lepaskan *pully crankshaft* dari dudukan dengan SST pelepas *pully crankshaft*. Kemudian lepas tutup *timing belt* dengan melepas sembilan baut yang mengait tutup *timing belt* kemudian lepas tutupnya dan lepas pengantar *timing belt*. Sebelum melepas *timing belt*, berikan tanda pada *timing belt* supaya tidak terjadi kesalahan ketika memasang *timing belt*. Berilah tanda arah putaran dengan simbol anak panah, dan berilah titik pada *timing belt* dan *pully camshaft*, berilah tanda garis lurus pada *pully crankshaft*.



Gambar 3.7. Tanda sebelum melepas *timing belt*
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Renggangkan baut pengikat *pully tensioner* dan tekan ke arah menjauh dari arah penekanan menggunakan obeng. Letakkan landasan majun pada obeng supaya tidak merusak bagian dari komponen, kemudian kencangkan sementara baut pengikat *pully tensioner*. Lepaskan *timing belt* dari *pully* dan lepaskan *pully tensioner* atau *pully idler* berserta pegas penegang dari blok silinder.

Periksa *thrust clearance camshaft* menggunakan *dial indicator*. Pasang *dial indicator* dan letakkan ujung *dial indicator* pada ujung *camshaft*, ukur *thrus*

clearance dengan menggerakkan *camshaft* kedepan dan kebelakang. Catat nilai hasil pengukuran *thrust clearance camshaft* pada tabel. Apabila *thrust clearance* lebih besar dari nilai maksimum, gantilah *camshaft* bila perlu, ganti *cap* bantalan dan kepala silinder.

Tabel 3.3. *Thrust clearance* standar dan maksimum

<i>Camshaft</i>	<i>Thrust clearance camshaft</i> (mm)	
	Standar	Maksimum
<i>Intake</i>	0,030 – 0,085	0,11
<i>Exhaust</i>	0,035 – 0,090	0,11

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Lepaskan *insulator exhaust manifold* dengan melepas empat baut yang mengait *insulator exhaust manifold*. Lepaskan knalpot dari *exhaust manifold* dengan melepas tiga baut. Lepaskan dua baut penyangga *exhaust manifold*. Kemudian lepas lima mur yang mengait *exhaust manifold*. Lepaskan *distributor* dengan melepas dua baut yang mengait *distributor*

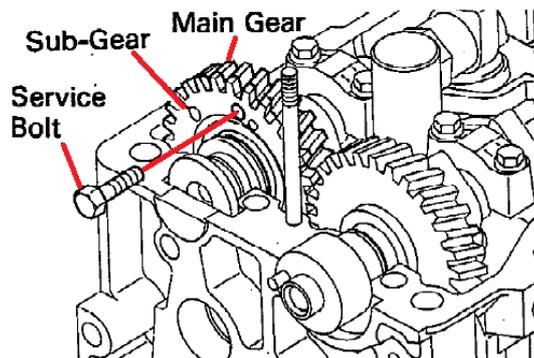
Lepas dua mur dan dua baut *throttle body* kemudian lepas *throttle body* dan perpak. Lepas baut pipa udara dan dua baut pada gantungan mesin, kemudian lepas gantungan mesin, *gasket* dan penahan *air intake chamber*. Lepas tiga baut dan panahan *intake manifold*. Lepaskan baut penahan pipa udara dan pipa saluran balik bahan bakar. Ketika melepas saluran balik bahan bakar dan pipa udara, pastikan tidak terdapat selang yang masih tersambung dengan komponen lain. Lepas baut penahan rangkaian kabel mesin dan lepaskan dari dudukan, pastikan

semua soket sudah terlepas dari komponen. Berilah tanda pada soket *injector* sesuai urutan nomor *injector*.

Lepaskan *intake air chamber* dengan melepas tiga baut segi enam, kemudian lepas tutup *intake air chamber* dan *gasket*. Lepas dua baut pipa *delivery* dan lepas pipa *delivery* bersama dengan *injector*. Ketika melepas pipa *delivery* berhati hatilah, apabila *injector* terjatuh dapat merusak *nozzle* dan mempengaruhi penyemprotan bahan bakar. Lepas tujuh baut dan dua mur pada *intake manifold* dan lepaskan *intake manifold*.

Lepaskan *pully timing crankshaft*, apabila terjadi kesulitan ketika melepas *pully* menggunakan tangan, maka untkit *pully* dengan dua obeng dan gunakan majun sebagai landasan untuk mencegah kerusakan pada blok silinder. Periksa keadaan *timing belt*, mungkin terdapat retakan pada sisi dalam *timing belt*. Retakan pada *timing belt* terdapat disamping gigi pada *timing belt*. Periksa kerusakan pada *timing belt*, apabila terjadi kerusakan pada *timing belt* gantilah *timing belt* dengan yang baru.

Lepaskan baut pengikat stik oli dan lepaskan stik oli dari dudukan stik oli. Lepas dua mur pengikat *water inlet* pada kepala silinder dan lepas selang *water inlet* dari *water pump*. Lepaskan baut pengikat *water pump* dan lepaskan *water pump*. Lepas dua baut dan *cap* bantalan nomor 1 *intake camshaft*. Ikat *sub gear* dan *driven gear intake camshaft* dengan baut pada. Berikan tanda garis lurus dengan *marker* atau catat posisi baut supaya tidak kesulitan ketika memasang.

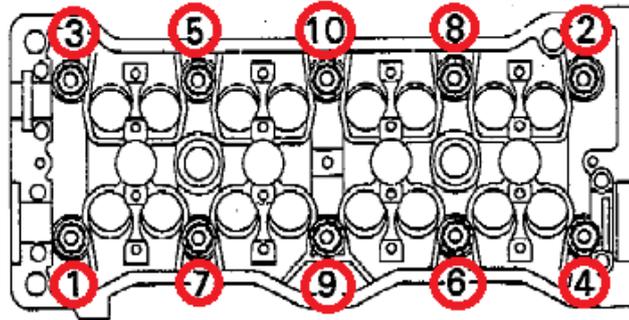


Gambar 3.8. Petunjuk pengikatan *sub gear* dan *drive gear*.
 Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Lepas baut *cap* bantalan dengan teratur, angkat *camshaft intake* dari dudukan. Tidak diperbolehkan mengungkit *camshaft* atau memukul *camshaft* apabila terjadi gangguan saat pelepasan. Pasang dan kencangkan *cap* bantalan nomor 3 dan tarik perlahan sembari merenggangkan baut *cap* bantalan nomor 3 kemudian lepas *intake camshaft*. Lepas baut *cap* bantalan *exhaust camshaft*. Lakukan pelepasan *exhaust camshaft* seperti melepas *intake camshaft*. Renggangkan dan lepas baut pengikat kepala silinder secara merata, perlahan dan menyilang dengan teratur diawali dari baut terluar, untuk mencegah kepala silinder melengkung.

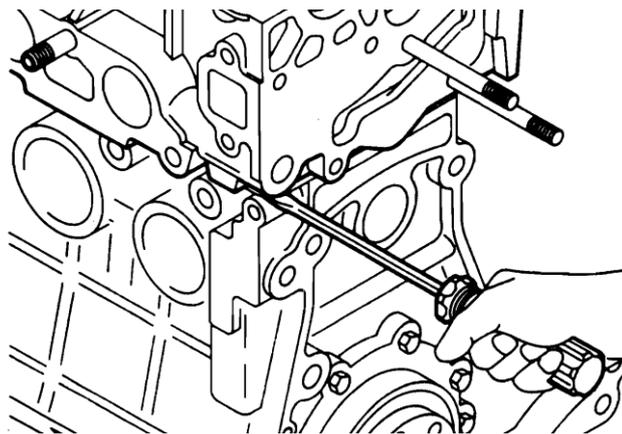


Gambar 3.9. Melepas baut kepala silinder.



Gambar 3.10. Urutan pelepasan baut kepala silinder
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Lepas kepala silinder dengan menyelipkan sekrap di celah kepala silinder dan blok silinder, ungitlah dengan obeng pada celah sembari mendorong dan menggeser sekrap supaya perpak dapat terkelupas. Berhati hatilah ketika mengungkit kepala silinder, karena dapat merusak kepala silinder. Apabila sudah terlepas, taruhlah kepala silinder pada kardus atau balok kayu supaya terhindar dari kerusakan pada permukaan kepala silinder.



Gambar 3.11. Cara mengungkit kepala silinder
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.



Gambar 3.12. Peletakan kepala silinder yang aman.

Lepas enam baut *flywheel* dan lepas *flywheel* kemudian lepas dua baut dan plat belakang, ketika melepas baut harus berhati-hati karena bobot *flywheel* yang lumayan berat maka harus diganjal dengan balok kayu. Lepas tiga baut pengait *water pump* dan lepas *water pump*, kemudian lepas baut penguras air pendingin mesin supaya tidak ada air pendingin yang tertinggal. Bersihkan sisa air yang masih mengalir dengan meniupkan angin, kemudian bersihkan bagian mesin yang terkena air dengan majun.

Lepas 19 baut dan 2 mur yang mengikat bak oli atau *oil pan*. Lepas bak oli dengan hati-hati, apabila menggunakan sekrup untuk melepas bak oli jangan memukul gagang sekrup terlalu dalam karena dapat merusak *flens* bak oli. Gunakan penyangga bak oli supaya tidak jatuh saat dilepas. Lepas dua baut dan dua mur penyangga pipa oli atau *strainer*.

angkat *valve lifter* dan *shim* diatas unit katup, sisihkan dan letakkan *valve lifter* pada tempat yang bersih dan susun rapi sesuai dengan urutan yang benar dan berilah tanda supaya tidak tertukar. Lepas *shim* dari *valve lifter* dengan cara mengungkit *shim* melalui alur pada *valve lifter*. Lakukan pengujian

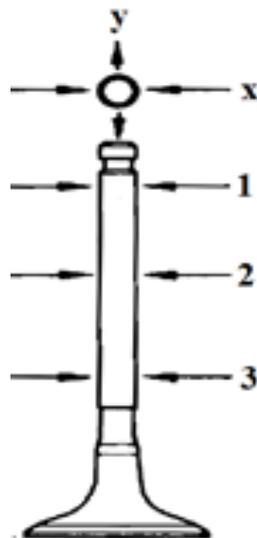
kebocoran/kerapatan dudukan katup menggunakan media cairan yang dituangkan melalui saluran masuk dan saluran buang pada kepala silinder. Catatlah hasil pengujian kerapatan katup pada keterangan tabel jurnal katup. Apabila terjadi kebocoran maka katup harus diasah atau di *scourse*. Selain itu *scourse* juga dilaksanakan apabila terdapat kerak pada jurnal katup dan dudukan katup ketika katup sudah dilepas. *Scourse* dilakukan dengan mengasah antara katup dengan dudukan katup dengan cara menggesek kedua komponen tersebut pada kedua permukaan yang bersentuhan menggunakan pasta *scourse*.

Lepas komponen unit katup, lepas penahan pegas, pengunci pegas dan pegas katup menggunakan *valve spring compressor* atau dengan cara manual. Cara manual yaitu menutup unit katup dengan majun bersih atau lembaran karet ban, mengganjal daun katup dengan mur, kemudian letakkan mata kunci T 12 diatas penahan pegas kemudian tekan kejut kunci T dengan kuat. Maka pengunci pegas akan terlepas, apabila belum terlepas ulangi lagi proses tersebut. Lepas komponen unit katup dan susunlah komponen tersebut di tempat bersih dan susunlah dengan urutan yang benar dan rapi.

Bersihkan katup dengan skrap dan sikat. Ukur diameter batang katup , lebar jurnal katup, tebal tepi katup dan panjang keseluruhan katup dengan jangka sorong. Pengukuran diameter batang katup dilakukan sesuai dengan Gambar 3.13. Pengukuran diameter batang katup x – y atau sebaliknya akan ditemukan keovalan batang katup, dan pengukuran pada tanda 1, 2 dan 3 akan mendapatkan nilai dari keausan batang katup. Catat hasil pengukuran diameter batang katup pada tabel.

Mengukur panjang atau tinggi keseluruhan katup dengan jangka sorong akan diketahui bahwa katup tersebut masih standar atau tidak. Tidak standarnya katup apabila melebihi batas minimum dan batas maksimum, apabila katup terlalu pendek maka pembukaan katup tidak akan maksimum, dan apabila katup terlalu panjang maka harus digerinda hingga mencapai nilai standar. Catat hasil pengukuran panjang keseluruhan katup pada tabel.

Mengukur tebal *margin* katup dengan jangka sorong akan mendapatkan nilai yang menunjukkan *margin* katup dari data tersebut masih bisa diasah atau tidak, apabila tebal *margin* melebihi nilai maksimum maka perlu diganti dengan katup yang baru. Catat hasil pengukuran tebal *margin* katup pada tabel.



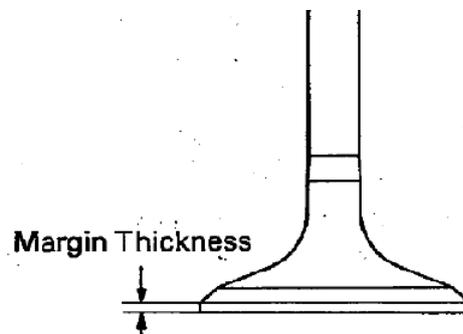
Gambar 3.13. Cara pengukuran diameter batang katup.
Sumber: New Step 2 Training Manual, 1994.



Gambar 3.14. Pengukuran diameter batang katup.



Gambar 3.15. Pengukuran panjang keseluruhan katup.



Gambar 3.16. Cara pengukuran tebal *margin* katup
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Tabel 3.4. Pengukuran pada katup standar

Katup	Pengukuran Katup (mm)			
	Diameter Standar	Tebal <i>Margin</i> Standar	Tinggi Standar	Tinggi Minimum
<i>Intake</i>	5,970 - 5,985	0,8-1,2	87,45	86,95
<i>Exhaust</i>	59,65 - 5,980	0,8-1,2	87,84	87,35

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Periksa kebersihan jurnal katup dan dudukan, apabila terdapat kerak harus dibersihkan dengan *scourse* atau diasah menggunakan katup yang berasal dari dudukan tersebut menggunakan pasta *scourse*. Setelah dilakukan *scourse* periksa kembali kerapatan katup dan catat lebar jurnal ketika kebocoran sudah hilang pada keterangan tabel jurnal katup.

Ukurlah panjang pegas katup menggunakan jangka sorong, untuk mengetahui panjang bebas pegas katup, apabila panjang pegas katup tidak sesuai dengan standar maka gantilah pegas katup yang tidak sesuai dengan pegas katup baru yang sesuai dengan standar.

Tabel 3.5. Panjang bebas pegas katup standar

Katup	Panjang pegas katup standar (mm)
<i>Intake</i>	38,55
<i>Exhaust</i>	38,55

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Ukur tebal shim katup dengan *micrometer* pada pusat diameter shim katup. Masukkan data hasil pengukuran dan catat keterangan goresan permukaan katup

pada tabel tebal katup dan pada keterangan tabel. Ukur tinggi tonjolan *camlobe* atau tinggi tonjolan nok pada *camshaft* dengan meletakkan poros nok pada *v-block*. Letakan ujung *dial gauge* pada punggung nok (bagian belakang tonjolan/nok), kalibrasi *dial gauge* dengan memposisikan indikator *dial gauge* pada angka “0” dan putar *camshaft* dengan perlahan. Perhatikan kenaikan angka pada *dial gauge* kemudian catat hasil pengukuran dan keterangan goresan *camlobe* pada tabel tinggi *camlobe*. Apabila tinggi *camlobe* melebihi batas minimum, maka gantilah *camshaft*.

Tabel 3.6. Tinggi *camlobe* standar

<i>Camlobe</i>	Tinggi Standar	Tinggi Minimum
<i>Intake</i>	41,91-42,01	41,50
<i>Exhaust</i>	41,96-42,06	41,55

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Periksa dan ukur diameter jurnal *camshaft* menggunakan *micrometer*. Khusus jurnal *exhaust camshaft* no.1 berbeda dengan yang lain, jadi ukurlah jurnal tersebut dengan urutan paling awal kemudian jurnal yang lain. Kemudian periksa keovalan menggunakan *dial gauge*. Letakkan *camshaft* pada *v-block*, tepatkan *v-block* pada jurnal *camshaft* paling luar dan tepatkan ujung *dial indicator* pada jurnal tengah *camshaft*. Kalibrasi *dial indicator*, lalu ukur keovalan dengan memutar *camshaft* dengan pelan serta amati jarum *dial indicator* berapakah keovalan jurnal *camshaft* tersebut. Periksa *cap camshaft* dari goresan dan bekas gesekan. Apabila pada *cap camshaft* terdapat goresan yang membekas

dan terdapat bekas gesekan, periksalah saluran oli pada kepala silinder dan sistem pelumasan.

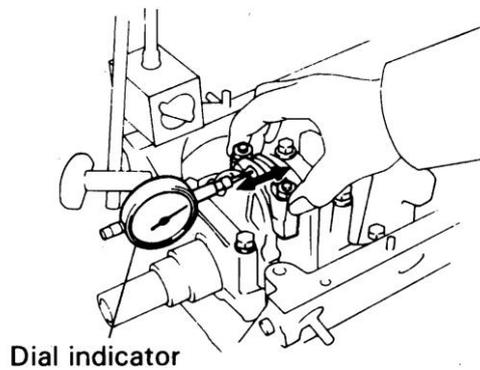
Tabel 3.7. Diameter jurnal standar dan keovalan jurnal

Jurnal	Jurnal Standar (mm)	Keovalan Maksimum (mm)
<i>Exhaust</i> no.1	24,945 - 24,965	0.04
Jurnal yang lain	22,945 - 22,965	0.04

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Bersihkan permukaan blok silinder dari sisa perpak menggunakan skrap. Bersihkan kepala piston dari kerak sisa pembakaran dengan skrap. Lepas penahan *oil seal* belakang dengan melepas enam baut, penahan *oil seal* dan *gasket*. Pasang *stand dial indicator* pada blok silinder yang datar supaya tidak ada gerakan *stand dial indicator* pada saat mengukur *thrust clearance*.

Tepatkan ujung *dial indicator* pada *cap connecting rod* kalibrasi *dial indicator* dengan mengatur jarak *stand* kemudian lihat indikator dan putar kaca indikator pada *dial indicator* hingga angka nol lurus dengan jarum indikator. Catat penampakan *dial indicator* dan sembari menggerakkan *connecting rod* kedepan hitung pergerakan jarum dan gerakkan *cap connecting rod* kebelakang, kemudian hitung pergerakan jarum pada *dial indicator* dan jumlahkan pergerakan jarum *dial indicator*. Bila *thrust clearance* lebih besar dari nilai maksimum, gantilah *connecting rod assembly*. Bila perlu, gantilah *crankshaft*.



Gambar 3.17. Cara pengukuran *thrust clearance cap connecting rod*
 Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Lepas mur *connecting rod cap*, kemudian menggunakan palu plastik pukul perlahan-lahan baut *connecting rod* dan angkatlah *connecting rod cap*. Usahakan agar bantalan batang piston bagian bawah tetap terpasang pada *connecting rod cap*. Bungkuslah baut *connecting rod* dengan sepotong selang yang pendek untuk melindungi *crankpin* terhadap kerusakan akibat goresan dari ulir baut, kemudian dorong rakitan piston, *connecting rod* dan bantalan atas melalui bagian atas blok silinder. Ketika melepas bagian tersebut, jagalah agar bantalan dan *connecting rod* tetap bersama-sama. Susunlah rakitan piston dan *connecting rod* dalam urutan yang benar. Supaya mempermudah pengecekan dan mencegah terjadinya komponen yang tertukar dengan komponen pada silinder lain.

Cek *crankshaft thrust clearance*, menggunakan *dial indicator*. Pasang *stand dial indicator* pada blok silinder yang datar supaya tidak ada gerakan *stand dial indicator* pada saat mengukur *thrust clearance*. Tepatkan ujung *dial indicator* pada ujung *crankshaft*, kalibrasi *dial indicator* dengan mengatur jarak *stand* kemudian lihat indikator kemudian putar kaca indikator pada *dial indicator*

hingga angka nol lurus dengan jarum indikator. Perhatikan *dial indicator* dan sambil menggerakkan *crankshaft* kedepan dengan obeng, hitung pergerakan jarum dan gerakkan *crankshaft* kebelakang, kemudian hitung pergerakan jarum pada *dial indicator* dan jumlahkan pergerakan jarum *dial indicator*. Catat hasil pengukuran pada tabel *thrust clearance crankshaft*.

Tabel 3.8. Standar pengukuran *thrust clearance*

Pengukuran <i>Thrust Clearance</i>	Standar	Maksimum
<i>Connecting Rod</i>	0,15 - 0,25	0,30
<i>Crankshaft</i>	0,02 - 0,22	0,30

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989

Renggangkan baut *cap* bantalan utama dalam beberapa tahap. Lepas *cap* bantalan utama, bantalan jurnal utama bagian bawah dan *trush washer* bawah (pada *cap* bantalan no.3). Jaga bantalan utama dan *cap* bantalan utama supaya. Lepas *crankshaft* dari blok silinder, ketika melepas usahakan bantalan atas tetap pada blok silinder. Letakkan bantalan jurnal utama tetap tertata rapi dengan urutan seperti susunan sebenarnya pada tempat yang bersih, kemudian letakkan *crankshaft* pada kayu atau pada kardus supaya *crankshaft* tidak rusak.

Bersihkan blok silinder dari sisa perpak, gunakan skrap untuk menghilangkan lapisan perpak yang masih menempel pada permukaan atas blok silinder. Menggunakan sikat halus dan pelarut bersihkan silinder blok. Kemudian Periksa kerataan permukaan silinder blok menggunakan *straight edge* (penggaris besi khusus) yang presisi dan pengukur celah *fuller gauge*, ukur kerataan

permukaan blok silinder, permukaan kepala silinder, permukaan kontak *intake manifold* dan *exhaust manifold*. Apabila celah pengukuran melebihi maksimum maka perbaiki permukaan tersebut dengan meratakan permukaan.

Tabel 3.9. Ukuran maksimum celah kerataan permukaan kepala silinder dan *manifold*

Celah kerataan permukaan kontak	Celah maksimum (mm)
Kepala Silinder	0,05
<i>Manifold</i>	0,10

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989

Periksa baret-baret *vertikal* pada dinding silinder secara visual. Bila baretnya terlihat cukup dalam, bor kembali ketempat silindernya. Bila perlu ganti silinder bloknya. Periksa diameter lubang silinder menggunakan silinder *bore gauge*, ukur diameter lubang silinder pada posisi A, B dan C pada arah dorong dan arah *axial*. Ada tiga ukuran diameter lubang silinder standar bertanda 1, 2 dan 3. Tanda-tanda itu dicapkan pada atas blok silinder.

Tabel 3.10. Tanda standar diameter lubang silinder

Diameter Lubang Silinder	Diameter Standar (mm)
Tanda 1	81.000-81.010
Tanda 2	81.010-81.020
Tanda 3	81.020-81.030

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989

Tabel 3.11. Diameter maksimum lubang silinder

Diameter Lubang Silinder	Diameter Maksimum (mm)
Standar	81,23
<i>Over Size</i> 0,50	81,73

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989

Bersihkan *piston* menggunakan skrap, bersihkan kerak yang menempel di kepala *piston*. Gunakan alat pembersih alur, atau ring yang patah untuk membersihkan alur ring *piston*. Menggunakan bahan pelarut atau bensin, sikat dan bersihkanlah *piston*, gunakan sikat berbahan kawat ketika membersihkan bagian *piston*, perhatikan serabut sikat ketika membersihkan karena dapat mengikis atau menggores bagian dinding *piston*. Periksa *oil clearance piston* menggunakan *micrometer*, ukur diameter *piston* pada sumbu *piston pin* dengan jarak 24,5mm dari kepala *piston*. Ada tiga ukuran diameter *piston* standar dan tanda tersebut ditempel pada kepala *piston*.

Tabel 3.12. Tanda standar diameter *piston*

Diameter <i>Piston</i>	Diameter Standar (mm)
Tanda 1	80,905-80,915
Tanda 2	80,925-80,925
Tanda 3	80,925-80,935
<i>over size</i> 0,50	81,405-81,435

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989

Apabila diameter lubang silinder lebih besar dari ukuran maksimum, bor kembali ke empat silindernya dan ganti *piston* berserta ring *piston* dengan ukuran yang sesuai, bila perlu ganti silinder bloknnya. Sesuaikan diameter *piston* dengan diameter lubang silinder diatas. Bersihkan bubungan silinder bila ausnya kurang dari 0,2 mm, gunakan *ridge reamer* dan grindalah bagian atas silinder. Untuk melepas ring-ring *piston*, gunakan *piston ring expander* (SST peregang ring *piston*) lepas dua ring kompresi. Kemudian lepas dua *side rail* dan *oil ring* dengan tangan. Untuk mempermudah pemasangan dan pengambilan data, susunlah *piston* dan ring dengan urutan yang benar.

Periksa celah alur ring *piston* menggunakan *fuller gauge*, ukur *clearance* diantara ring *piston* dengan dinding alur ring. Apabila celah alur ring tidak sesuai dengan ketentuan maka gantilah ring *piston* dan/atau *piston*.

Tabel 3.13. Celah alur ring *piston*

Ring	Celah Alur Ring (mm)
No.1	0,045-0,085
No.2	0,030-0,070

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989

Periksa *gap* ujung ring *piston*, dengan cara memasukkan ring *piston* kedalam silinder. Kemudian menggunakan *piston*, dorong ring *piston* kedalam silinder. Jarak ring *piston* dari permukaan blok silinder yaitu 87mm. Gunakan *fuller gauge* untuk mengukur *gap* ujung ring *piston*. Bila *gap* lebih besar dari nilai maksimum, gantilah *piston* ring.

Tabel 3.14. Ukuran *gap ring piston*

<i>Gap Ring</i>	<i>Gap Ring (mm)</i>	
	Standar	Maksimum
No.1	0,250-0,450	1,05
No.2	0,350-0,600	1,20
Oli (<i>Side rail</i>)	0,100-0,500	1,10

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989

Periksa jurnal utama dan *crankpin* menggunakan *micrometer* dan ukur diameter setiap jurnal utama dan *crankpin*. keovalan maksimum adalah 0,02 mm, bila keovalan lebih besar dari nilai maksimum gantilah *crankshaft* atau dengan alternatif menggerida dan menghaluskan jurnal utama dan/atau *crankpin*. Setelah digerinda, gantilah bantalan sesuai dengan ukuran penggerindaan. Batas penggerindaan dan menghalusan jurnal utama dan/atau *crankpin* untuk ukuran bantalan (U/S 0,25) yaitu:

Tabel 3.15. Ukuran diameter jurnal utama dan *crankpin*

Diameter	Ukuran Diameter (mm)	
	Standar	Akhir (U/S 0,25)
Jurnal Utama	47,982 - 48,000	47,745 – 47,755
<i>Crankpin</i>	39,985 - 40,000	39,745 – 39,755

Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989

Bersihkan komponen *piston* dan *connecting rod* dari kotoran. Pasang *oil ring* dan dua *side rail* menggunakan tangan. Kemudian menggunakan *piston ring expander*, pasang ring kompresi dengan tanda kode menghadap keatas (hanya ring kompresi no.2) karena bagian yang bersentuhan dengan dinding silinder pada ring

kompresi no.2 sedikit meruncing pada bagian yang bertanda. Posisikan ujung ring *piston* tidak lurus dengan ring *piston* yang lain untuk menghindari *loss compression*.

Bersihkan semua komponen *crankshaft* yang hendak dipasang. Oleskan oli mesin pada permukaan gesek *crankshaft*, *thrust washer*, bantalan utama, dan *cap* bantalan utama. Pasang bantalan utama bagian atas (terdapat lubang oli dan alur oli) sesuai dengan urutan melepas bantalan. Tepatkan kuku bantalan pada blok silinder, dorong bantalan hingga duduk pada blok silinder dengan baik. Pasang bantalan utama bagian bawah pada *cap* bantalan utama sesuai dengan urutan melepas *cap* bantalan utama. Kemudian pasang *thrust washer* pada dudukan jurnal utama no.3 dengan alur oli menghadap keluar.

Pasang *crankshaft* pada blok silinder, kemudian pasang *thrust washer* bawah pada *cap* bantalan utama no.3. Pasang semua *cap* bantalan utama sesuai dengan urutan melepas *cap* bantalan. Perhatikan tanda depan pada *cap* bantalan utama. Oleskan oli mesin pada ulir dan bagian bawah kepala baut. Pasang baut *cap* bantalan utama dan kencangkan dengan merata secara bertahap. Momen akhir pengencangan baut *cap* bantalan utama sebesar 60 N.m kemudian periksa putaran *crankshaft*, pastikan *crankshaft* berputar dengan lembut.

Bersihkan dan oleskan oli mesin baru pada semua permukaan gesek bantalan batang *piston*, *crankpin* dan bagian *big end*, kemudian putar *crankshaft* hingga *crankpin* berada pada posisi paling dekat dengan permukaan blok silinder. Ketika hendak memasang bantalan batang *piston*. Bungkuslah baut *connecting*

rod dengan sepotong selang pendek untuk melindungi *crankpin* dari goresan ulir baut *connecting rod*.

Pasang bantalan batang *piston* pada *connecting rod* dan *connecting rod cap* dengan menepatkan kuku bantalan sesuai dengan urutan. Menggunkan *piston ring compressor*, dorong rakitan *piston* dan *connecting rod* sesuai dengan urutannya, kedalam setiap silinder dengan tanda depan pada *piston* menghadap kearah depan. Pastikan bantalan batang *piston* tidak jatuh atau terlepas dari batang *piston* ketika dipasang. Lepas selang pada baut *connecting rod*, pastikan bantalan batang *piston* duduk pada tempatnya dengan baik, kemudian pasang bantalan batang *piston* dan *connecting rod cap* sesuai dengan nomor dan arah depan pada *cap* bantalan batang *piston*.

Oleskan sedikit oli mesin pada ulir dan bagian bawah mur *cap connecting rod* kemudian pasang mur *cap connecting rod*. Pasang dan kencangkan secara bergantian dalam beberapa tahap, hingga tahap akhir dengan momen 29 N.m. Buatlah tanda pada mur dan baut *connecting rod* setelah itu kencangkan mur *connecting rod* hingga tanda tersebut berputar 90 derajat. Bila ada mur *cap* yang tidak dapat mencapai spesifikasi momen, gantilah baut tanam dan mur *connecting rod*. Periksa ulang bahwa *crankshaft* dapat berputar dengan lembut setiap memasang batang *piston*. Apabila pemasangan *connecting rod* salah, putaran *crankshaft* akan terasa berat, bahkan tidak bisa berputar ketika *crankshaft* diputar dengan tangan.

Pasang perpak dan penahan *oil seal* belakang dengan enam baut, momen yang digunakan yaitu 9,3 N.m. Periksa ulang putaran *crankshaft*, apabila

pemasangan dilakukan dengan benar maka putaran *crankshaft* akan terasa lembut. Pasang perpak, *water pump* dan *oil pan*. Kaitkan gerigi alur pada *drive rotor oil pump* dengan gerigi besar pada *crankshaft* dan geserkan *oil pump*. Pasang *oil pump* dengan tujuh baut dengan momen 21 N.m. Pasang penahan *oil seal* belakang. Pasang *gasket* yang baru dan penahan *oil seal* kemudian pasang baut *oil pump*. Kencangkan baut penahan *oil seal* dengan kunci momen sebesar 9,3 N.m

Bersihkan material *packing* lama dan jagalah agar tidak ada oli yang menetes pada permukaan kontak *oil pan* dan silinder blok. Pasang *gasket* dan *oil pan*, kencangkan 19 baut dan dua mur dengan momen pengencangan 4,9 N.m. Pasang *drain plug water coolant* mesin dengan momen 34 N.m. bersihkan dudukan saringan oli dari oli yang masih ada pada dudukan, kemudian olesi karet saringan oli dengan oli mesin supaya ketika dikencangkan, karet tidak putus karena tidak ada pelumas yang membantu karet berputar. Pasang saringan oli hingga menempel dengan dudukan dan kencangkan menggunakan SST saringan oli $\frac{3}{4}$ putaran.

Pasang *water pump* dan *o-ring* baru sesuai posisinya pada blok silinder. Pasang *water pump* dengan tiga baut, kencangkan baut dengan momen 14 N.m Pasang batang penyetel *alternator* dengan dua baut, kencangkan dua baut dengan momen 29 N.m. Pasang unit katup pada kepala silinder, siapkan papan kayu untuk alas kepala silinder supaya permukaan kepala silinder tidak rusak. Persiapkan komponen katup yang hendak dipasang dan susunlah dengan benar supaya tidak terjadi kesalahan ketika memasang katup. Ambil katup sesuai dengan tempat semula ketika katup dilepas. Masukkan katup melalui lubang katup di ruang bakar

kemudian ambil mur 12 dan bungkuslah dengan karet atau kain agar katup tidak rusak ketika dipasang.

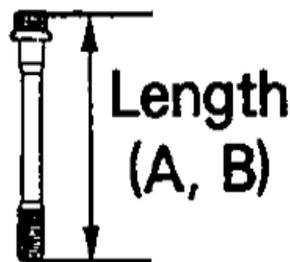
Letakkan baut yang telah dibungkus dibawah kepala katup, kemudian pasang pegas katup dan penahan pegas katup sesuai urutan. Kemudian pasang pengunci dengan penataan melingkar pada ujung batang katup tepatnya di samping ujung batang katup. Tutup komponen katup yang hendak dipasang dengan kain atau lembaran karet, usahakan komponen tidak tergeser ketika menutup pengunci pegas.



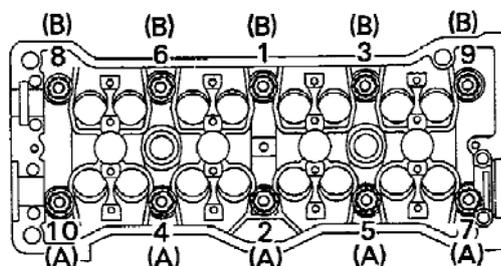
Gambar 3.18. Pemasangan pengunci pegas katup

Tepatkan mata kunci T 12 pada penahan katup, usahakan tidak menggeser komponen katup. Kemudian tekan kunci T 12 dengan kuat dan pelan lalu lepas tekanan kunci T 12. Buka kain penutup dan lihat apakah pengunci sudah terpasang dengan benar. Apabila pengunci belum terpasang ulangi lagi langkah diatas, apabila pengunci yang terpasang hanya sebelah maka tepatkan kembali pengunci dengan benar, kemudian lakukan penekanan ulang hingga pengunci penahan katup terpasang dengan sempurna.

Menggunakan palu plastik, pukul perlahan batang katup untuk memastikan pengunci dan penahan katup terpasang dengan baik. Kemudian pasang *valve lifter* dan *shim* sesuai dengan urutan awal seperti sebelum dibongkar. Pasang kepala silinder dan *gasket* baru pada posisinya pada blok silinder, perhatikan arah pemasangannya. Pasang baut kepala silinder, perhatikan kondisi baut terlebih dahulu sebelum dipasang. Baut kepala silinder terdapat 2 jenis panjang baut yang berbeda, sehingga patut diperhatikan ketika memasang baut kepala silinder. Oleskan oli mesin pada ulir dan bagian bawah *cap* baut untuk menghindari kemungkinan patah pada pangkal *cap* baut atau rusaknya ulir ketika pemasangan baut kepala silinder.



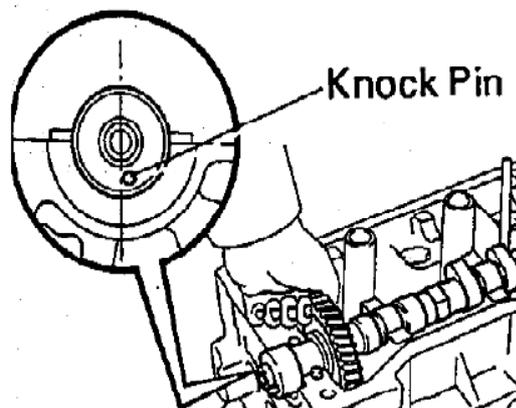
Gambar 3.19. Panjang baut kepala silinder
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.



Gambar 3.20. Letak pemasangan baut dengan panjang yang berbeda.
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

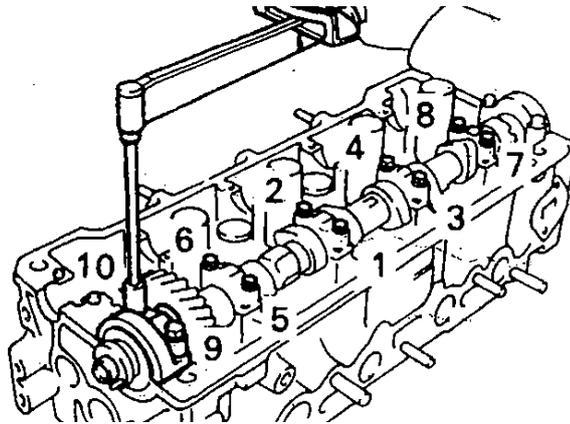
Panjang baut A yaitu 90mm dan panjang baut B yaitu 108mm. Moment pengencangan baut kepala silinder yaitu 29 N.m, kemudian berilah tanda pada kepala baut dan kencangkan kembali hingga kepala baut berputar 180 derajat dari arah sebelumnya.

Oleskan gemuk pada bagian ujung *exhaust camshaft*. Pasang *exhaust camshaft* sedemikian rupa sehingga posisi *knock pin* sedikit disebelah kanan sumbu *vertical camshaft* seperti gambar dibawah. Supaya pemasangan dan pengencangan baut *cap* tidak menyebabkan *camshaft* melengkung.



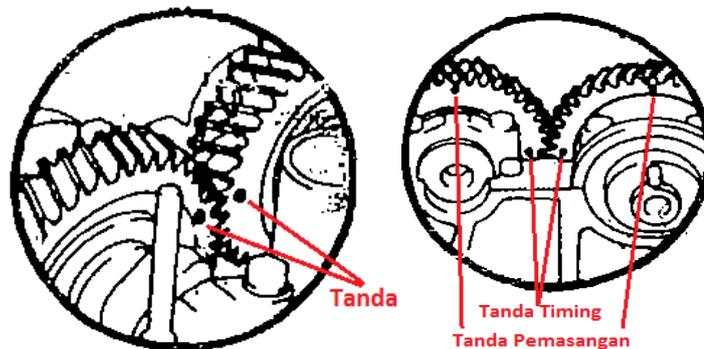
Gambar 3.21. Langkah pemasangan *exhaust camshaft*.
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Berikan *seal packing* pada permukaan *cap* bantalan nomor 1 atau pada permukaan kepala silinder yang bertempat di dudukan *oil seal*. Pasang 5 *cap* bantalan pada arah dan urutan yang benar sesuai dengan tanda pada *cap* bantalan. Oleskan oli mesin pada ulir dan bagian bawah kepala dari baut *cap* bantalan. Pasang dan kencangkan dengan merata baut *cap* bantalan dalam beberapa tahap hingga momen puncak 13 N.m dengan urutan seperti gambar di bawah.



Gambar 3.22. Urutan pengencangan baut *cap* bantalan *exhaust camshaft*
 Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Oleskan gemuk pada bibir *oil seal* di bagian dalam lingkaran, kemudian pasang *oil seal* dengan benar menggunakan SST pemasang *oil seal*. Oleskan gemuk pada bagian ujung *intake camshaft* dan pasang *intake camshaft* pada dudukan. Ketika memasang *intake camshaft* harus menepatkan dahulu tanda *sub gear* dan *driven gear* pada *camshaft* berhadapan. Ketika memasang *camshaft* gunakan tanda pemasangan supaya pemasangan lebih mudah dan *camshaft* melengkung dikarenakan *camlobe* menekan dengan sempurna. Tanda *timing* digunakan untuk mengkoreksi kebenaran pemasangan.



Gambar 3.23. Pemasangan *camshaft* dengan tanda.
 Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Oleskan sedikit oli mesin pada permukaan gesek *cap* bantalan. Pasang *cap* bantalan *intake camshaft* nomor dua hingga nomor lima dengan urutan dan tanda yang sesuai. Oleskan sedikit oli mesin pada ulir dan bagian bawah kepala baut *cap* bantalan, kemudian pasang dan kencangkan baut dalam beberapa tahap sesuai dengan urutan hingga mencapai moment maksimal 13 N.m seperti pada saat pemasangan dan pengencangan baut *cap exhaust camshaft*.

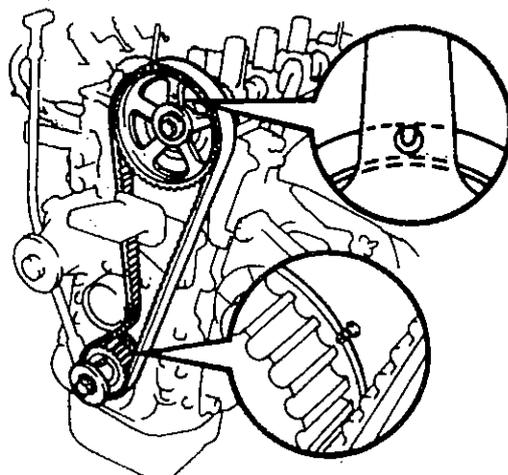
Lepas baut *service* pada *driven gear* kemudian pasang *cap* bantalan *intake camshaft* nomor satu dengan tanda panah menghadap kedepan. Apabila bantalan nomor satu tidak terpasang dengan baik maka doronglah *camshaft gear* kebelakang dengan mengungkit *gear* terhadap kepala silinder menggunakan obeng. Oleskan sedikit oli mesin pada ulir dan bagian bawah kepala baut *cap* bantalan. Pasang dan kencangkan secara bergantian dalam beberapa tahap hingga moment akhir sebesar 13 N.m. Untuk memeriksa ulang, putar *exhaust camshaft* searah jarum jam hingga *knock pin* berada diatas kemudian perhatikan kedua tanda *timing* pada *gear* sudah berhadapan dengan benar. Periksa dan setel celah katup menggunakan *fuller gauge*.

Pasang *pully timing camshaft* dengan menepatkan alur *knock pin* pada *knock pin exhaust camshaft*. Pasang sementara baut *pully timing*, kemudian tahan bagian kepala kunci segi enam pada *exhaust camshaft* menggunakan kunci dan kencangkan baut *pully timing* dengan moment 59 N.m. Tepatkan pasak *pully timing crankshaft* dengan alur pada *pully*. Geserkan *pully timing crankshaft* dengan posisi *flange* menghadap kedalam. Pasang sementara *pully idler timing*

belt kemudian pasang pegas penegang. Dorong *pully idler* ke dalam hingga *pully* sejauh melangkah kemudian kencangkan baut.

Putar bagian *camshaft* yang berbentuk segi enam dan tepatkan lubang pada *pully timing camshaft* lurus dengan tanda yang terdapat pada *cap* bantalan *camshaft*. Menggunakan baut *pully crankshaft*, putar *crankshaft* dan tepatkan tanda *timing* pada *pully timing crankshaft* dengan *body oil pump*. Ketika memasang *timing belt* diusahakan mesin dalam keadaan dingin. apabila *timing belt* yang lama masih dalam keadaan bagus maka ketika pemasangan harus disesuaikan dengan tanda yang dibuat ketika melepas *timing belt*. Pasang *timing belt* dengan arah yang sesuai dengan arah putaran mesin yang telah ditandai.

Periksa tegangan *timing belt*, kemudian periksa *timing* katup dengan merenggangkan baut *pully idler* dan memutar *crankshaft* dua putaran penuh dari TMA ke TMA searah jarum jam. Periksa tanda pada *pully crankshaft* dan *pully camshaft* berhenti lurus dengan tanda semula.



Gambar 3.24. Tanda pemasangan *timing belt*.
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Periksa ketepatan *timing* katup, seperti gambar diatas. Apabila tidak tepat, maka lepas *timing belt* dan lakukan kembali pemasangan. Kencangkan baut *pully idler* dengan momen 37 N.m lepas baut *pully* yang dipasang sementara. Periksa defleksi *timing belt* sebelah kanan atau yang tidak terdapat *pully idler*, jarak defleksi 5-6mm dengan kekuatan tekan atau tarik 20 N. Pasang pengantar *timing belt* dengan menghadapkan sisi mangkok kearah luar. Pasang penutup *timing belt* nomor 1, 2 dan 3. Pasang *pully crankshaft* dengan menepatkan pasak *pully* dengan alur pasak *pully* dan menggeser *pully* kedalam. Pasang baut *pully* menggunakan SST pemasang *pully crankshaft*.

Bersihkan bagian permukaan penutup kepala silinder hingga terbebas dari minyak ataupun kotoran. Oleskan *seal packing* pada penutup kepala silinder, kemudian pasang *gasket* penutup kepala silinder. Pasang penutup kepala silinder dan empat *seal washer* berserta mur pada baut tanam. Kencangkan mur dengan momen 5,9 N.m.

Pasang *water inlet* dan *gasket* pasang baut *water inlet* kemudian kencangkan sementara. Pasang selang penghubung pompa air dan kencangkan baut *water inlet*. Pasang *o-ring* pengantar stik oli, kemudian oleskan sedikit air sabun supaya *o-ring* tidak rusak ketika dipasang. Pasang pengantar stik oli pada dudukannya dengan stik oli terpasang kemudian pasang dan kencangkan baut pengantar stik oli.

Pasang perpak *intake manifold*, *intake manifold* dan tujuh baut serta dua mur, kencangkan baut dan mur secara bergantian dalam beberapa tahap dengan merata hingga moment puncak 19 N.m. Pasang *injector* pada pipa *delivery* dengan

menekan *injector* sambil diputar kekiri-kekanan. Posisikan soket pada *injector* menghadap keatas. Pasang *injector* dan pipa *delivery* pada *intake manifold*. Pasang baut pipa *delivery* dan periksa *injector* terpasang dengan baik, dengan cara memutar *injector*. Apabila *injector* berputar dengan lembut maka pemasangan *injector* sudah baik. Kembalikan posisi soket *injector* menghadap keatas, kemudian kencangkan baut pipa *delivery* dengan momen 15 N.m.

Pasang konektor *injector*, pasang selang *inlet* dengan dua perpak dan baut *union*, kencangkan dengan momen 29 N.m. Pasang selang balik bensin pada *pressure regulator*. Pasang penutup *air intake chamber* kemudian kencangkan dua mur dan tiga baut dengan kepala lingkaran menggunakan kunci segi enam 6mm. Pasang selang PCV dan selang *vacum*. Pasang rangkaian kabel mesin. Pasang pipa udara dengan baut dan mur, kemudian kencangkan. Pasang penyangga *intake manifold* dengan tiga baut, gunakan momen 19 N.m untuk baut dengan kepala 12mm dan 39 N.m untuk baut dengan kepala 14mm.

Pasang perpak pada *air intake chamber* dengan tanda menghadap kebawah. Pasang penyangga *air intake chamber* dan gantungan mesin dengan dua baut dan mur dengan spesifikasi pengencangan 28 N.m. Pasang pipa udara dan selang *inlet* bahan bakar. Pasang perpak pada *air intake chamber* dengan tonjolan menghadap ke bawah. Pasang *throttle body* dengan dua baut dan dua mur bergantian secara menyilang dan bertahap dengan momen akhir 22 N.m. Pasang selang udara pada pipa udara.

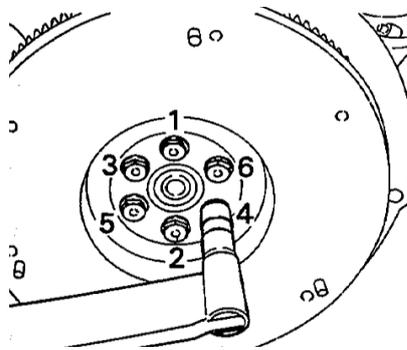
Bersihkan *water inlet housing* dari semua kotoran, bersihkan dari sisa perpak dan sisa *sealer*. Bersihkan kedua permukaan perapatan. Tambahkan sedikit

sealer pada permukaan perapatan, terlalu banyak *sealer* dapat membuat *sealer* keluar ketika dirapatkan. Segera pasang komponen ketika *sealer* belum kering, *sealer* akan mengering kurang lebih 15 menit setelah *sealer* dipasang. Pasang rakitan *water inlet* dan *inlet housing* dengan baut dan dua mur menggunakan momen 20 N.m. Hubungkan selang *by-pass* air dan selang *vacum* dengan dengan *throttle body*.

Putar *crankshaft* searah jarum jam hingga silinder No.1 pada TMA langkah kompresi. Oleskan sedikit pelumas oli mesin pada *o-ring* di bagian ujung *distributor*. Luruskan bagian potongan kopling dengan nok dan *housing*. Pasang *distributor*, luruskan *center flens* dengan lubang baut pada kepala silinder. Kencangkan dua baut pengikat *distributor*. Hubungkan kabel tegangan tinggi pada tutup *distributor*. Periksa pengunci kabel tegangan tinggi sudah terpasang dengan benar. Hubungkan soket *distributor*. Pasang busi pada kepala silinder dan kencangkan menggunakan SST pemasang busi kemudian pasang kabel busi.

Pasang *gasket exhaust manifold* pada kepala silinder, pasang *exhaust manifold* dengan lima mur. Kencangkan mur *exhaust manifold* dengan merata dalam beberapa tahap. Momen mur *exhaust manifold* yaitu 34 N.m. Pasang penyangga *manifold* dengan dua baut, menggunakan kunci momen dengan kekuatan momen 39 N.m. Pasang *insulator* panas dengan empat baut pada *exhaust manifold*. Pasang rangkaian kabel mesin bagian atas kemudian pasang pelindung rangkaian kabel dengan dua baut. Pasang *alternator*, kemudian pasang kabel *alternator*, konektor *switch oil pressure* dan dua klem kabel.

Pasang sementara *pully* pompa air dengan empat baut. Pasang *v-belt*, baut penyetel dan baut *pivot*. Kencangkan empat baut *pully* pompa air. Setel *v-belt* dengan menyetel baut pada penyangga *alternator*. Pasang plat belakang dengan dua baut, dan kencangkan baut dengan momen 5,6 N.m. Pasang *flywheel* dengan menyangga *flywheel* supaya pemasangan *flywheel* lebih mudah. Pasang enam baut *flywheel* dan kencangkan baut tersebut dengan momen 78 N.m. dengan urutan pengencangan sesuai dengan gambar dibawah.



Gambar 3.25. Urutan pengencangan baut *flywheel*.
Sumber: Toyota 4A-FE, 4A-GE Engine Repair Manual, 1989.

Oleskan *sealer* pada ujung selang *by-pass water cooler* bagian dalam. Pasang selang *water coolant* pada *water inlet* dan *outlet*, hubungkan dengan *radiator*. Kunci komponen tersebut dengan klem supaya selang tidak lepas ketika mesin beroperasi.

Tuangkan *water coolant* atau air radiator melalui *cap radiator* hingga penuh dan tuangkan pada *reservoir* air radiator kemudian tutup *cap radiator*. Tuangkan oli mesin melalui *cap cover* kepala silinder dengan perlahan untuk mencegah oli mesin tumpah keluar.

3.5. Pentingnya Petunjuk Pemasangan

Petunjuk pemasangan sangat berpengaruh pada kinerja mesin karena petunjuk pemasangan adalah pedoman pemasangan dengan tepat dan sesuai dengan urutan, cara kerja serta fungsi dari komponen yang hendak dipasang. Petunjuk pemasangan juga mampu meminimalisir kesalahan, kerusakan bahkan menghindari komponen tidak dapat berfungsi.

Petunjuk pemasangan ditulis dengan sangat detail dan dilengkapi dengan gambar supaya proses pemasangan berlangsung dengan mudah dan tidak ada gangguan yang menghambat proses berlangsungnya pemasangan. Petunjuk pemasangan juga mampu menambah pandangan dan pemahaman pada mesin.

Petunjuk pemasangan juga penting karena waktu pemasangan dapat digunakan dengan baik tanpa harus mencari alat dan bahan yang hendak digunakan. Sehingga alat dan bahan sudah tersedia sebelum proses pemasangan berlangsung.

3.6. Peringatan Bahaya

1. Dilarang menyentuh *insulator exhaust manifold* ketika mesin beroperasi atau dalam suhu tinggi karena *insulator* mungkin memiliki suhu tinggi.
2. Dilarang menyentuh komponen yang berputar misal, *v-belt* dan *pully* ketika mesin beroperasi karena mungkin dapat melukai bagian kontak, bahkan menyentuh melalui benda karena mungkin dapat melesatkan benda yang menyentuh.

3. Dilarang membuka *cap radiator* ketika mesin dalam keadaan panas atau ketika mesin beroperasi, karena tekanan yang ada di dalam *radiator* akan menyembrotkan air panas.
4. Hindari kontak langsung dengan mesin yang beroperasi karena mungkin akan sangat panas.