

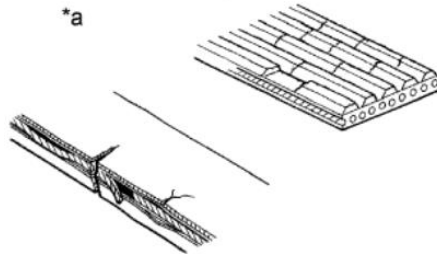
BAB III

ANALISIS KASUS

A. Pemeriksaan Dasar *Power Steering*

Permasalahan yang timbul biasanya adalah *steering wheel* (roda kemudi) terasa berat sehingga ada indikasi bahwa *power steering* menjadi salah satu kemungkinan penyebabnya, walaupun bukan satu-satunya penyebab. Terdapat beberapa pemeriksaan dasar yang dapat dilakukan untuk mengetahui kerusakan pada sistem *power steering*, seperti dibawah ini :

1. Memeriksa *Power Steering Belt*

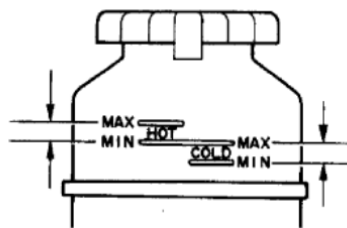


Gambar 3.1 Kondisi *Drive Belt*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Penyetelan kekencangan *belt* dilakukan apabila kondisinya longgar atau melakukan penggantian *part* bila kondisinya sudah tidak layak pakai.

2. Memeriksa Minyak *Power Steering*



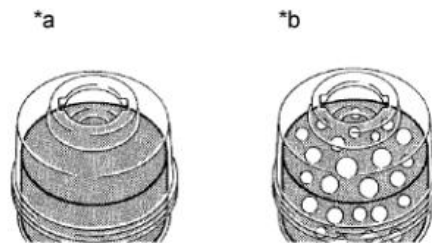
Gambar 3.2 *Reservoir Tank Power Steering Fluid*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Memeriksa jumlah minyak dapat dengan melihat tinggi minyak pada *reservoir tank* sedangkan untuk memeriksa kualitas minyak dilakukan dengan melihat *deep stick* pada tutup *reservoir tank*.

Penggantian minyak dilakukan jika terdapat busa atau emulsi dengan cara sebagai berikut :

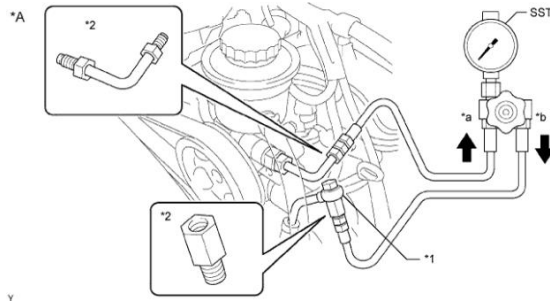
- a. Mendongkrak bagian depan kendaraan dan menahan menggunakan *jack stand*
- b. Memutar *steering wheel* dalam keadaan *engine* mati, membelokkan *steering wheel* pelan-pelan dari *lock* ke *lock* beberapa kali
- c. Menurunkan kendaraan
- d. Menghidupkan *engine*. Membiarkan *engine idle* untuk beberapa menit
- e. Memutar *steering wheel* dengan keadaan *idling* ke kiri dan ke kanan sampai mentok dan menahan selama dua sampai tiga detik.
- f. Mengulang langkah diatas beberapa kali
- g. Matikan *engine*
- h. Memeriksa busa atau emulsi. Bila sistem harus di-*bleeding* dua kali karena berbusa atau emulsi, periksa apakah ada kebocoran fluida dalam sistem



Gambar 3.3 Busa Pada Fluida
(Sumber: Toyota Manual Repair)

Keterangan teks pada gambar :

- 1) *a Benar
 - 2) *b Salah
- i. Memeriksa level fluida
3. Memeriksa Tekanan Minyak *Power Steering*
 - a. Melepas sambungan *pressure feed tube*
 - b. Menghubungkan SST seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 3.4 Pemeriksaan Tekanan *Power Steering Fluid*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

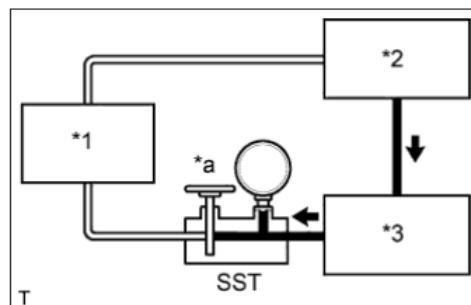
Keterangan teks pada gambar :

- 1) *A = Untuk *engine 2TR-FE*
- 2) *1 = *Pressure feed tube*
- 3) *2 = *Attachment*
- 4) *a = *in*
- 5) *b = *out*

- c. Membuang udara dari sistem *power steering*
- d. Menghidupkan *engine* dan membiarkan dalam posisi *idle*
- e. Memutar *steering wheel* ke posisi mentok kiri atau kanan. Kemudian memutar *steering wheel* ke posisi mentok sebaliknya. Mengulang langkah ini beberapa kali untuk menaikkan temperatur fluida

Petunjuk : Temperatur fluida standar 75 sampai 80° C

- f. Dengan *engine* kondisi *idle*, tutup katup dari SST dan amati pembacaan pada SST



Gambar 3.5 Pengecekan Tekanan Fluida Katup Tertutup

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Keterangan teks dalam gambar :

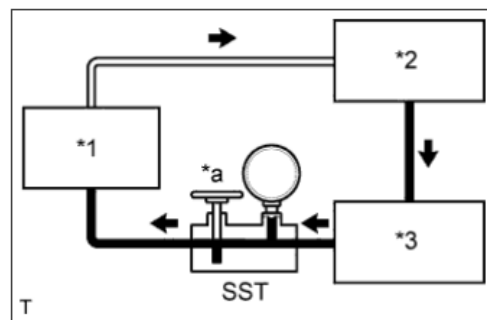
- 1) *1 = *Power steering link*
- 2) *2 = *Reservoir tank*
- 3) *3 = *Vane pump*
- 4) *a = Kondisi katup tertutup

Catatan : Minimum tekanan fluida 8800 sampai 9300 kPa (89.8 sampai 94.8 kgf/cm², 1276 sampai 1348 psi)

Perhatian : Jangan biarkan katup tertutup lebih dari 10 detik dan jangan membiarkan temperatur fluida menjadi terlalu tinggi

Jika tekanan fluida dibawah minimum, periksa kebocoran fluida dan ganti part bila diperlukan

- g. Membuka penuh katup dengan *engine* dalam keadaan *idle*



Gambar 3.6 Pengecekan Fluida Katup Terbuka
(Sumber: Toyota Manual Repair)

Keterangan teks dalam gambar :

- 1) *1 = *Power steering link*
- 2) *2 = *Reservoir tank*
- 3) *3 = *Vane pump*
- 4) *a = Katup dalam posisi terbuka penuh

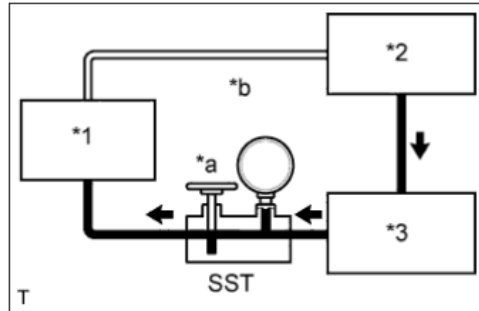
- h. Mengukur tekanan fluid saat putaran *engine* pada 1.000 rpm dan 3.000 rpm

Catatan : Perbedaan tekanan fluida standar 490 kPa (4.99 kgf/cm², 71 psi) atau kurang

Perhatian : Jangan putar *steering wheel*

Memeriksa kebocoran fluida dan mengganti part apabila tekanan tidak berada dalam nilai spesifikasi

- i. Memutar *steering wheel* ke posisi mentok dengan *engine* dalam keadaan *idle*



Gambar 3.7 Pengecekan Fluida Posisi Lock

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Keterangan teks dalam gambar :

- 1) *1 = *Power steering link*
- 2) *2 = *Reservoir tank*
- 3) *3 = *Vane pump*
- 4) *a = Katup pada posisi membuka
- 5) *b = Posisi *lock*

Catatan : Minimum tekanan fluida 8800 sampai 9300 kPa (89.8 sampai 94.8 kgf/cm², 1276 sampai 1348 psi)

Perhatian : Jangan biarkan *steering wheel* pada posisi lock lebih dari 10 detik dan jangan membiarkan temperatur fluida menjadi terlalu tinggi

Memeriksa kebocoran fluida pada sistem bila tekanan berada dibawah minimum

- j. Melepaskan hubungan SST
 - k. Menghubungkan kembali *pressure feed tube*
 - l. Membuang udara dari sistem *power steering*
4. Memeriksa Kerusakan Pipa

Memeriksa kerusakan atau retak karena penuaan secara visual pada pipa-pipa dan pada sambungan pipa pengalir.

B. Troubleshooting Power Steering

Penanganan yang tepat harus dilakukan dalam mengatasi permasalahan yang timbul pada mekanisme *power steering* agar kerusakan dapat diatasi dan tidak menyebar ke komponen yang lain. Berikut ini adalah permasalahan yang dapat dirasakan oleh pengemudi dan letak kerusakan yang tepat.

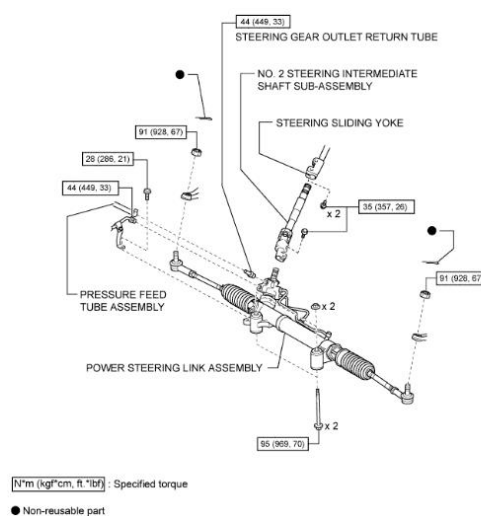
Tabel 3.1 Gejala Permasalahan
(Sumber: Toyota Manual Repair)

Gejala	Area Yang Dicurigai
Steering berat	Ban (pemompaan tidak sempurna)
	Level fluida power steering (rendah)
	Alignment roda depan (tidak benar)
	Joint sistem steering (aus)
	Suspension arm ball joint (aus)
	Power steering vane pump (untuk 2TR-FE)
	Power steering vane pump (untuk Mesin Seri KD)
Poor return	Power steering link assembly
	Ban (pemompaan tidak sempurna)
	Alignment roda depan (tidak benar)
	Steering column (membelit)
Free play berlebihan	Power steering link assembly
	Joint sistem steering (aus)
	Suspension arm ball joint (aus)
	Intermediate shaft sliding yoke (aus)
	Front wheel bearing (untuk 4WD)
	Front wheel bearing (untuk Pre-Runner)
Power steering link assembly	

Gejala	Area Yang Dicurigai
Suara tidak normal	Level fluida power steering (rendah)
	Joint sistem steering (aus)
	Power steering vane pump (untuk 2TR-FE)
	Power steering link assembly

Komponen-komponen pada mekanisme *power steering* tentu akan turun kualitasnya seiring dengan pemakaian dan cara penggunaan kendaraannya sehingga berbagai permasalahan akan timbul seperti kerusakan pada komponen dan mengganggu kerja dari mekanisme *power steering*.

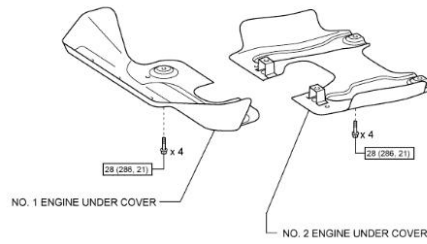
C. Pelepasan *Steering Gear*



Gambar 3.8 Komponen *Steering Gear*

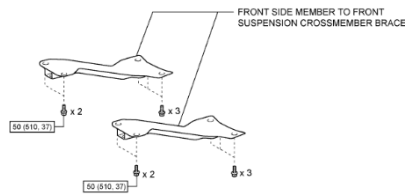
(Sumber: Toyota Manual Repair)

1. Melepas Roda Depan
2. Melepas *Engine Under Cover* No. 2
 - a. Melepas 4 Buah Baut
3. Melepas *Engine Under Cover* No. 1
 - a. Melepas 4 buah baut



Gambar 3.9 *Engine Under Cover*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

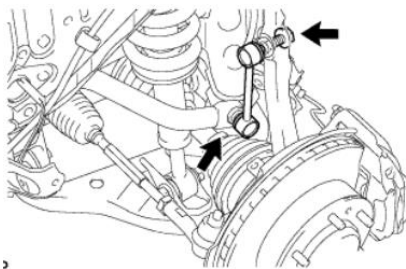
4. Melepaskan *Front Side Member*



Gambar 3.10 *Front Side Cover*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

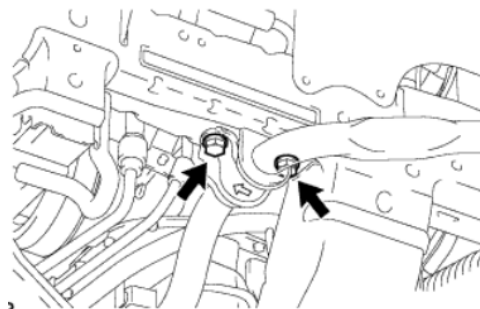
5. Melepaskan *Front Stabilizer Bar*

- a. Melepas 2 mur dan *stabilizer link* di bagian kiri dan kanan



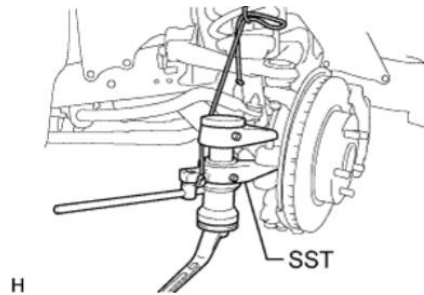
Gambar 3.11 Mur dan *Stabilizer link*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- b. Melepas *front stabilizer bracket* dengan melepas 4 baut dan 2 bracket



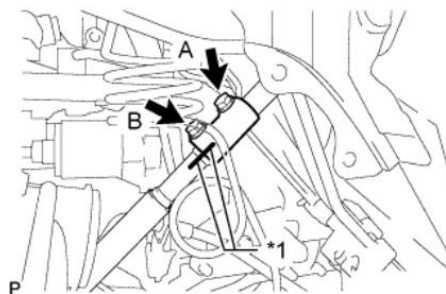
Gambar 3.12 Baut *Front Stabilizer Bracket*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- c. Melepas *front stabilizer bar bush* no. 1 dengan melepas 2 *bushing*
 - d. Melepas *front stabilizer bar* dari kendaraan
6. Melepas Hubungan *Tie Rod End Sub-Assembly* Kiri dan Kanan
- a. Melepas *cotter pin* dan mur
 - b. Melepas hubungan *tie rod end* dari *steering knuckle arm* dengan SST (09628-00011)



Gambar 3.13 Hubungan *Tie Rod End Sub Assy*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

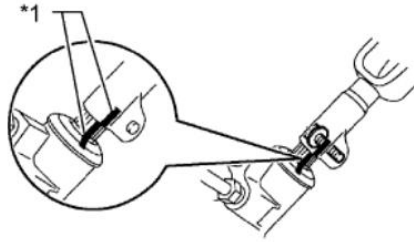
7. Melepas Hubungan *Steering Sliding Yoke*
- a. Mengendorkan baut bertanda A
 - b. Menepatkan tanda pemasangan pada *steering sliding yoke* dan *steering intermediate shaft*



Gambar 3.14 Baut Pada *Steering Intermediate Shaft*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- c. Melepas baut bertanda B
- d. Melepas hubungan *steering sliding yoke* dari *steering intermediate shaft*

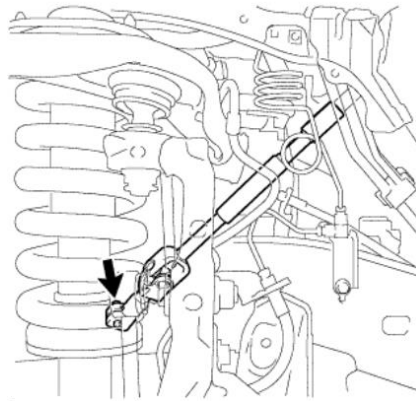
8. Melepas *Steering Intermediate Shaft Sub-Assembly No. 2*



Gambar 3.15 Tanda Pemasangan *Intermediate Shaft*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

- a. Menepatkan tanda pemasangan *intermediate shaft* dan *steering link*
- b. Melepaskan baut
- c. Melepaskan *intermediate shaft* dari *steering link*

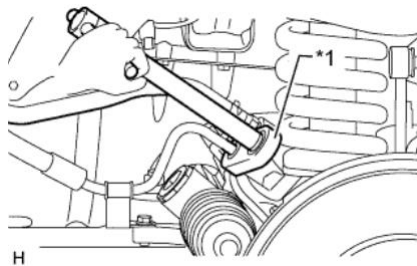


Gambar 3.16 Pelepasan *Intermediate Shaft*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

9. Melepaskan Hubungan *Pressure Feed Tube Assembly*

- a. Mengendurkan *flare nut* dan melepaskan *pressure feed tube* menggunakan kunci mur *union*

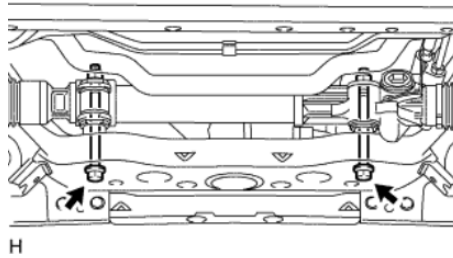


Gambar 3.17 Kunci Mur *Union*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

- b. Melepas baut dan melepas hubungan *pressure feed tube* dari *steering link*

10. Melepas Hubungan *Steering Gear Outlet Return Tube*
 - a. Melepas klip dan melepas hubungan *return hose*
 - b. Melepas hubungan *outlet return tube* menggunakan kunci mur *union*
11. Melepas *Power Steering Link Assembly*
 - a. Mengepaskan 2 mur dalam tempatnya dan melepaskan 2 baut. Kemudian melepas persambungan dari *frame*



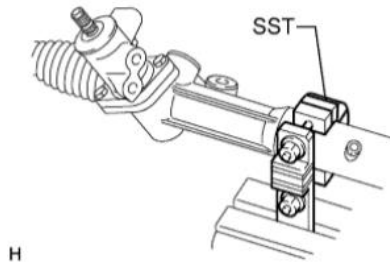
Gambar 3.18 Pelepasan *Power Steering Link*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

Perhatian : Jangan memutar mur. Pastikan untuk memutar baut.

Petunjuk : Membongkar persambungan mungkin menjadi mudah jika melepas pengikat *differential* dan geser *differential* ke arah belakang dari kendaraan.

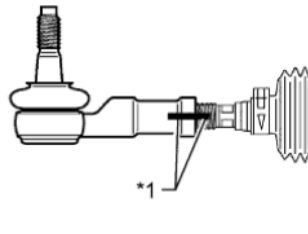
D. Pembongkaran *Steering Gear*

1. Melepas *Steering Turn Pressure Tube*
 - a. Melepaskan baut *union* dan dua buah gasket
 - b. Melepaskan dua *turn pressure tube* menggunakan kunci mur *union*
 - c. Melepaskan tiga *o-ring*
2. Mengamankan *Power Steering Link Assembly*
 - a. Menjepit *steering link* di antara plat aluminium dalam ragum menggunakan SST (09612-00012)



Gambar 3.19 *Power Steering Link* Pada Ragum
(Sumber: Toyota Manual Repair)

3. Melepaskan *Tie Rod End Sub-Assembly* Kiri dan Kanan
 - a. Menempatkan tanda pemasangan *tie rod end*, *lock nut* dan *rack end*

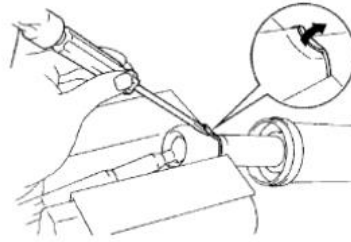


Gambar 3.20 Tanda Pemasangan *Tie Rod End*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- b. Mengendurkan *lock nut* lalu melepaskan *tie rod end* dan *lock nut*
4. Melepaskan *Steering Rack Boot Clamp* Kiri dan Kanan
 - a. Melepaskan *clamp* menggunakan tang dan obeng

Perhatian : Hati-hati jangan merusak *boot*
5. Melepaskan *Steering Rack Boot Clip* Kiri dan Kanan
 - a. Melepaskan *clip* menggunakan tang

Perhatian : Hati-hati jangan merusak *boot*
6. Melepaskan *Steering Rack Boot* Kiri dan Kanan
7. Melepas *Steering Rack End Sub-Assembly*
 - a. Membuka pancangan *washer* menggunakan obeng dan palu

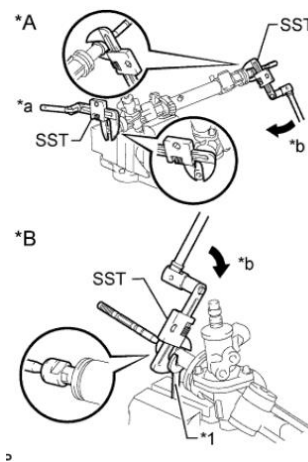


Gambar 3.21 Melepas *Steering Rack End*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Perhatian : Jangan memukul *steering rack*

b. Menahan *steering rack* sisi kiri menggunakan kunci



Gambar 3.22 Pelepasan *Steering Rack End*

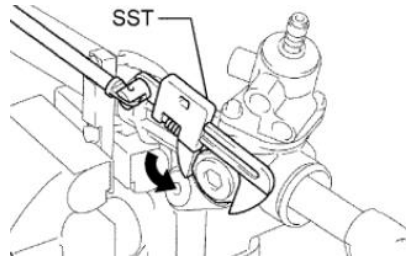
(Sumber: Toyota Manual Repair)

Tabel 3.2 Keterangan Teks Gambar 3.22

*A	Untuk Sisi RH
*B	Untuk Sisi LH
*1	Kunci
*a	Tahan
*b	Putar

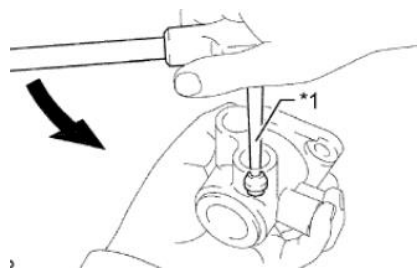
c. Melepas *steering rack end* sisi kiri dari *power steering rack* menggunakan SST (09922-10010)

- d. Melepas *steering rack end* sisi kanan dari *power steering rack* menggunakan SST (09922-10010)
- e. Melepas dua *claw washer*
- 8. Melepaskan *Rack Guide*
 - a. Melepaskan *lock nut* menggunakan SST (09922-10010)



Gambar 3.23 Pelepasan *Lock Nut*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- b. Melepaskan *rack guide spring cap* menggunakan kunci soket 12 mm
- c. Melepaskan *spring and rack guide*
- 9. Melepaskan *Power Steering Control Valve*
 - a. Melepaskan dua buah baut pengikat
 - b. Menarik keluar *control valve* dari *rack housing*
 - c. Melepas *control valve gasket*
 - d. Melepas dua kedudukan *union* dari *control valve housing* menggunakan *screw extractor*



Gambar 3.24 Pelepasan Dudukan *Union*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

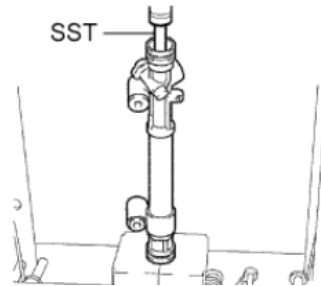
Keterangan gambar :

- 1) *1 = *Extractor screw*

- 10. Melepaskan *Cylinder End Stopper*
 - a. Melepaskan *Stopper* menggunakan SST (09631-20120)

11. Melepaskan *Power Steering Rack and Oil Seal*

- a. Menekan keluar *steering rack* dan *oil seal* menggunakan SST (09950-70010)



Gambar 3.25 Melepas *Rack and Oil Seal*

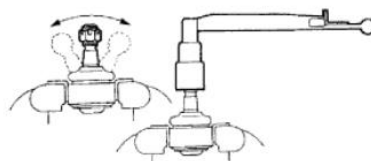
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- b. Melepaskan *oil seal* dari *steering rack*
 - c. Melepaskan *bush* dari *steering rack*
- ### 12. Melepaskan Cincin Teflon
- a. Melepaskan cincin teflon dan *o-ring* dari *steering rack* menggunakan obeng
- ### 13. Melepaskan *Power Steering Cylinder Tube Oil Seal*

E. Pemeriksaan *Steering Gear*

1. Memeriksa *Tie Rod End Sub-Assembly*

- a. Menggerakkan *stud ball joint* mundur dan maju lima kali seperti pada gambar, sebelum memasang mur.



Gambar 3.26 Pemeriksaan *Tie Rod End*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

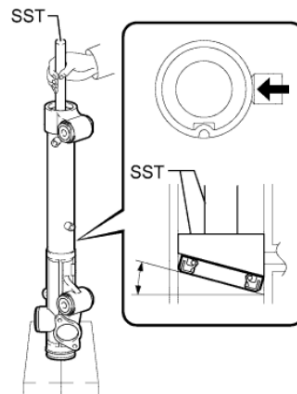
- b. Memutar mur secara kontinu menggunakan kunci momen dengan kecepatan dua sampai empat detik per putaran dan mengambil pembacaan momen pada putaran ke lima.

Catatan : Momen putar standar 0.5 sampai 3.5 N.m

2. Memeriksa *Steering Link Assembly*
 - a. Memeriksa bahwa *rack boot* memanjang dengan lembut saat *control valve shaft* diputar menggunakan SST (09616-00011).

F. Perakitan Kembali *Steering Gear*

1. Memasang *Power Steering Cylinder Tube Oil Seal*
 - a. Memasang *spacer* pada *power steering rack housing*
 - b. Memberi *power steering fluid* ke tepi *power steering cylinder tube oil seal* yang baru
 - c. Memasang *seal oli tabung silinder power steering* ke *rack housing* dengan sudut



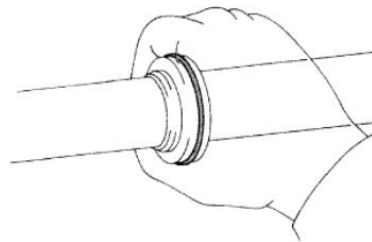
Gambar 3.27 Menekan *Cylinder Tube Oil Seal*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Perhatian : Memastikan bahwa *power steering cylinder tube oil seal* telah terpasang dengan arah yang benar seperti pada gambar dengan sudut sekitar 20° sehingga bagian bawah *part* menyentuh titik petunjuk anak panah dalam gambar untuk mencegah kerusakan pada *oil seal* ketika menekan dua *port*. Setelah melewati kedua *port*, lanjutkan dengan menekan *oil seal* pada sudut 10° dan 0° secara berurutan.

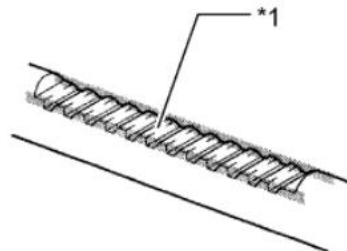
- d. Menekan ke dalam *power steering cylinder tube oil seal* hingga *oil seal* melewati dua *port* menggunakan SST (09951-07360)
- e. Memasang SST (09631-00200) ke bagian sebaliknya dari SST (09951-07360)

- f. Menekan *power steering cylinder tube oil seal* sehingga terpasang dengan benar
2. Memasang Cincin Teflon
- a. Melumasi *o-ring* yang baru dengan *power steering fluid*
 - b. Melonggarkan cincin teflon yang baru menggunakan jari
- Perhatian : Jangan sampai cincin teflon terlalu longgar
- c. Melapisi cincin teflon dengan *power steering fluid*



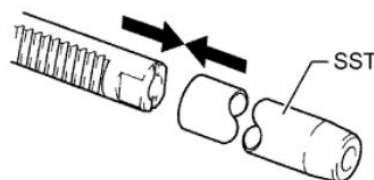
Gambar 3.28 Memasang *Teflon Ring*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- d. Memasang cincin teflon ke alur *steering rack* dan menggenggam cincin untuk menekan ke alur
3. Memasang *Power Steering Rack*
- a. Mengoleskan *grease* ke gigi *rack end*



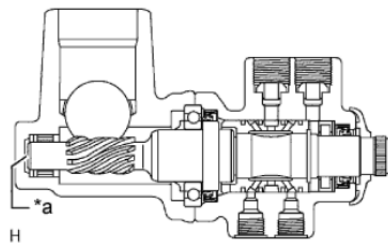
Gambar 3.29 Pengolesan *Grease* Pada Gigi Rack
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- b. Memasang SST (09631-00350) ke *steering rack*



Gambar 3.30 Memasang SST Pada *Steering Rack*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- c. Melapisi SST dengan *power steering fluid*
 - d. Memasang *steering rack* ke *rack housing*
 - e. Melepas SST
 - f. Memasang *bush* yang baru ke *steering rack*
 - g. Melapisi SST dengan *power steering fluid*
 - h. Memasang SST ke ujung sebaliknya dari *steering rack*
 - i. Melapisi bibir *oil seal* yang baru dengan *power steering fluid* dan memasang *oil seal* ke *steering rack*
4. Memasang *Cylinder End Stopper*
- a. Memberikan *sealant* ke *stopper*
 - b. Memukul perlahan ke dalam *stopper* hingga terpasang dengan aman menggunakan balok dan palu
 - c. Mengencangkan *stopper* menggunakan SST (09631-20120) dengan momen 83 N.m
5. *Test Airtightness*
- a. Memasang SST (09633-00010) ke *union* dari *rack housing*
 - b. Memberi vakum 53 kPa (400 mmHg, 15.75 in.Hg) selama 30 detik
 - c. Memeriksa bahwa dalam pengetesan tidak ada perubahan kevakuman.
 - d. Memeriksa pemasangan *oil seal* bila terjadi perubahan kevakuman
6. Memasang *Power Steering Control Valve*
- a. Memberikan *molybdenum disulfide lithium base grease* ke *needle roller bearing* dalam *rack housing* seperti pada gambar

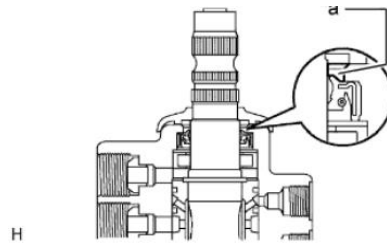


Gambar 3.31 Melumasi *Needle Roller Bearing*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

- b. Mengetuk ke luar perlahan dua *union seat* yang baru menggunakan palu plastik dan *sliding handle*

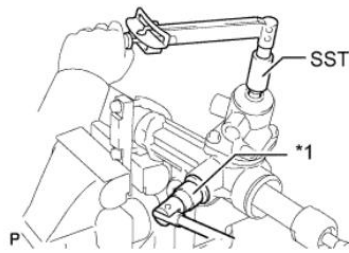
- c. Memasang *control valve gasket* yang baru dan *control valve* menggunakan dua baut dengan momen 18 N.m



Gambar 3.32 Mengoleskan *MP Grease*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

- d. Mengoleskan *MP grease* seperti ditunjukkan dalam gambar 3.31
7. Memasang *Rack Guide*
 - a. Memasang *rack guide* dan *spring*
 - b. Memberikan *sealant* ke dua atau tiga ulir pada *spring cap*
 - c. Melepas sementara *spring cap* menggunakan kunci soket 12 mm
 8. Menyetel *Total Preload*
 - a. Memasang sementara *rack end* bagian kanan dan kiri untuk mencegah *steering rack teeth* dari kerusakan pada bibir *oil seal*
 - b. Mengencangkan *spring cap* menggunakan kunci soket 12 mm dengan momen 25 N.m
 - c. Mengendurkan *spring cap* 30°
 - d. Memutar *control valve shaft* ke kanan dan ke kiri satu atau dua kali menggunakan SST (09616-00011). *Rack end* akan bergerak ke dalam dan ke luar
 - e. Mengendurkan *spring cap* hingga *rack guide spring* tidak berfungsi
 - f. Mengencangkan *spring cap* hingga *preload* dalam spesifikasi menggunakan SST (09616-00011), kunci momen dan soket 12 mm



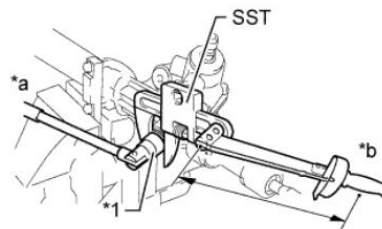
Gambar 3.33 Mengencangkan *Spring Cap* Hingga *Preload*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Catatan : *Preload* (putaran) standar 1.0 sampai 1.8 N.m

Perhatian : Lakukan penyetelan dengan mengencangkan *spring cap*. Jangan mengendurkan *spring cap*.

- g. Memberikan *sealant* ke dua atau tiga ulir pada *lock nut*
- h. Memasang *lock nut* untuk sementara
- i. Menahan *spring cap* menggunakan kunci soket 12 mm dan mengencangkan *lock nut* menggunakan SST (09922-10010)



Gambar 3.34 Mengencangkan *Lock Nut*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Keterangan teks dalam gambar :

- 1) *1 = Kunci soket 12 mm
- 2) *a = Tahan
- 3) *b = Putar

Catatan : Momen dengan SST = 51 N.m dan tanpa SST = 69 N.m

- j. Memeriksa kembali total *preload* menggunakan SST (09616-00011)
Catatan : *Preload* standar 1.0 sampai 1.8 N.m
- k. Melepas *rack end* bagian kiri dan kanan

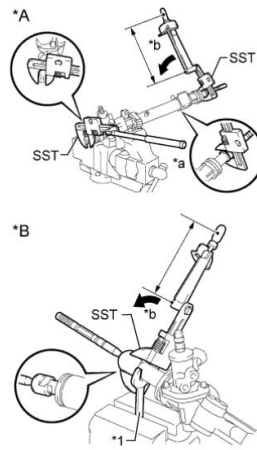
9. Memeriksa *Power Steering Rack*

- a. Memasukkan kawat 20 mm ke dalam lubang ventilasi dari *steering rack* dan memastikan tidak tersumbat oleh *grease*

10. Memasang *Steering Rack End Sub-Assembly*

- a. Memasang *claw washer* yang baru ke setiap *steering rack end* sambil meluruskan *claw* pada *claw washer*
- b. Memasang dua *steering rack end* untuk sementara
- c. Mengisi *ball joint* pada setiap *steering rack end* dengan MP *grease*
- d. Memasang *steering rack end* sisi kanan ke *power steering rack* menggunakan SST (09922-10010)
- e. Memasang *power steering rack end* sisi kiri ke *power steering rack* menggunakan SST (09922-10010) dan kunci

Catatan : Momen kekencangan tanpa SST = 103 N.m dan dengan SST = 75 N.m (Berlaku untuk sisi kiri dan kanan)



Gambar 3.35 Memasang *Rack End*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

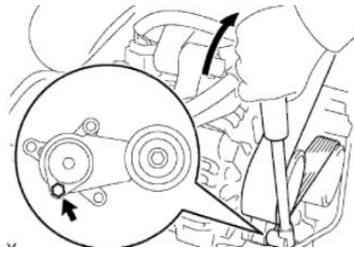
Keterangan teks dalam gambar :

- 1) *A = Untuk sisi kanan
- 2) *B = Untuk sisi kiri
- 3) *1 = Kunci
- 4) *a = Tahan
- 5) *b = Putar

- f. Merapatkan dua *claw washer* sisi kiri dan kanan menggunakan batang kuningan dan palu
- 11. Memasang *Steering Rack Boot* Sisi Kiri
- 12. Memasang *Steering Rack Boot* Sisi Kanan
- 13. Memasang *Steering Rack Boot Clamp* Sisi Kiri dan Kanan
 - a. Memasang *rack boot clamp* yang baru dengan celah standar 3.0 mm
- 14. Memasang *Steering Rack Boot Clip* Sisi Kiri dan Kanan
 - a. Memasang klip menggunakan tang
- 15. Memeriksa *Power Steering Link Assembly*
 - a. Memeriksa bahwa *rack boot* memanjang dengan lembut saat *control valve shaft* diputar menggunakan SST (09616-00011)
- 16. Memasang *Steering Turn Pressure Tube*
 - a. Memberikan *power steering fluid* ke tiga *o-ring* yang baru dan memasang *o-ring* untuk memutar *pressure tube*
 - b. Memasang dua *turn pressure tube* menggunakan kunci mur *union* dengan momen kekencangan 13 N.m
 - c. Memasang dua *gasket* dan *union bolt* dengan momen kekencangan 29 N.m
- 17. Memasang *Tie Rod End Sub-Assembly* Sisi Kiri dan Kanan
 - a. Menyekrup *lock nut* dan *tie rod end* pada *rack end* hingga tanda pemasangan berada lurus
 - b. Mengencangkan mur setelah menyetel *toe-in* dengan momen kekencangan 56 N.m

G. Pelepasan *Vane Pump*

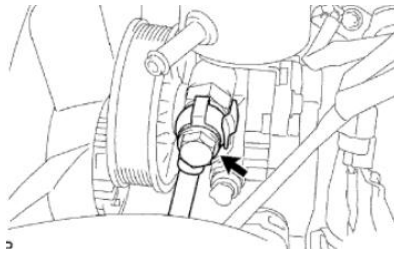
- 1. Menguras *Power Steering Fluid*
- 2. Melepas *V-Belt* dan Kipas *Alternator*
 - a. Menggerakkan *tensioner pulley* ke bawah dan mengurangi tegangan *fan and generator v-belt* menggunakan *hexagon shaped part* (part segi enam). Kemudian melepas *fan and generator v-belt*



Gambar 3.36 Melepas V-Belt dan Kipas Alternator
(Sumber: Toyota Manual Repair)

Petunjuk : Setelah melepas *fan and generator v-belt*, gerakkan *tensioner* ke atas sejauh mungkin

3. Melepas Hubungan *Return Hose*
 - a. Melepas klip dan melepas hubungan *hose*
4. Melepas Hubungan *Pressure Feed Tube Assembly*

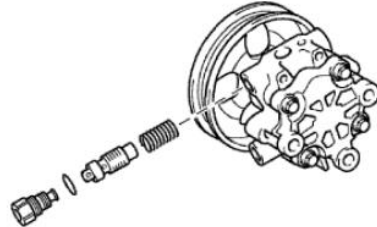


Gambar 3.37 Melepas *Pressure Feed Tube*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- a. Melepas baut *union* dan melepas hubungan *pressure feed tube* dari *vane pump*
 - b. Melepas gasket dari *pressure feed tube*
5. Melepas *Vane Pump Assembly*
 - a. Melepas konektor dari *power steering oil pressure switch*
 - b. Melepas dua baut dan *vane pump*
6. Melepas *Vane Pump Oil Reservoir Cap Sub-Assembly*
7. Melepas *Vane Pump Oil Reservoir Sub-Assembly*
 - a. Melepas tiga baut dan *oil reservoir* dari *front vane pump housing*
 - b. Melepas *o-ring* dari *oil reservoir* menggunakan obeng

H. Pembongkaran *Vane Pump*

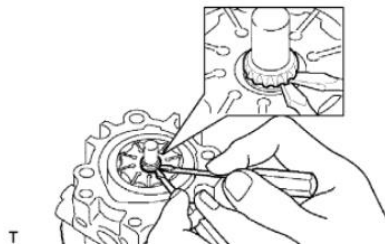
1. Menjepit *Vane Pump Assembly*
 - a. Menjepit *vane pump* di antara plat aluminium dalam ragum menggunakan SST (09630-00014)
2. Melepas *Flow Control Valve*



Gambar 3.38 Melepas *Flow Control Valve*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

- a. Melepas *pressure port union* dari *front housing* menggunakan kunci soket 27 mm
 - b. Melepas *o-ring* dari *pressure port union* menggunakan obeng
 - c. Melepas *flow control valve* dari *front housing*
 - d. Melepas *compression spring* dari *front housing*
3. Melepas *Power Steering Oil Pressure Switch*
 - a. Melepas *oil pressure switch* dari *front housing*
 - b. Melepas *o-ring* dari *oil pressure switch*
 4. Melepas *Rear Housing*
 - a. Melepas empat baut dan *rear housing* dari *front housing*
 - b. Melepas *o-ring* dari *rear housing*
 5. Melepas *Shaft With Pulley*



Gambar 3.39 Melepas *Shaft With Pulley*

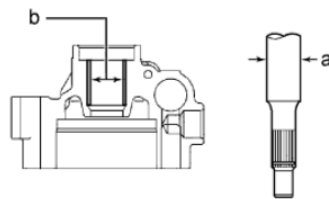
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- a. Melepas *shaft snap ring* dari *shaft with pulley* menggunakan obeng
- b. Melepas *shaft* dengan *pulley* dari *rear housing*

6. Melepas *Vane Pump Rotor*
 - a. Melepas sepuluh *vane pump plate* dari *vane pump rotor*
 - b. Melepas *vane pump rotor* dari *front housing*
7. Melepas *Vane Pump Cam Ring*
8. Melepas *Front Vane Pump Side Plate*
 - a. Melepas *front vane pump side plate* dari *front housing*
 - b. Melepas *o-ring* no. 1 dari *side plate*
 - c. Melepas *o-ring* no. 2 dari *front housing*
9. Melepas *Vane Pump Housing Oil Seal*

I. Pemeriksaan *Vane Pump*

1. Memeriksa Celah Antara *Vane Pump Shaft* dan *Bushing* Dalam *Front Housing*



Gambar 3.40 Celah *Vane Pump* dan *Bushing*
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- a. Mengukur diameter (a) dari *shaft with pulley*
- b. Mengukur diameter dalam (b) pada *front vane pump housing* menggunakan *caliper gauge*
- c. Menghitung celah oli dengan mengurangkan nilai (a) dari (b)
- d. Mengganti *shaft with pulley* bila celahnya melebihi maksimum

Catatan : Celah maksimum 0.07 mm

2. Memeriksa *Vane Pump Rotor* dan *Vane Pump Plate*
 - a. Mengukur celah antara *side face* dari *vane pump rotor groove* dan *vane pump plate* menggunakan *feeler gauge*



Gambar 3.41 Mengukur Celah *Vane Pump Rotor*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

- b. Mengganti *vane pump plate*, *vane pump rotor* dan *vane pump cam ring* bila celahnya melebihi maksimum.

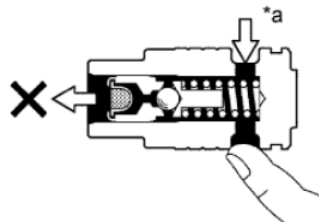
Catatan : Mengganti *vane pump plate*, *vane pump rotor* dan *vane pump cam ring* sesuai dengan kombinasi yang tepat seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Kombinasi *Pump Rotor*, *Pump Cam* dan *Pump Plate*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Vane Pump Rotor Part No.	Vane Pump Cam Ring Part No.	Vane Pump Plate Part No.
44313-06110	44325-0K010	44345-06110
44313-06120	44325-0K020	44345-06120
44313-06130	44325-0K030	44345-06130
44313-06140	44325-0K040	44345-06140
44313-06150	44325-0K050	44345-06150

3. Memeriksa *Flow Control Valve*



Gambar 3.42 Pemeriksaan *Flow Control Valve*

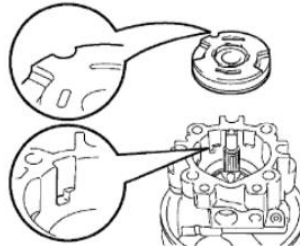
(Sumber: Toyota Manual Repair)

- a. Memeriksa kebocoran *flow control valve* dengan menutup satu lubang dan memberi udara bertekanan pada 392 sampai 490 kPa ke sisi lubang yang berlawanan. Memastikan tidak ada udara yang mengalir melalui ujung lubang.
 - b. Melapisi *flow control valve* dengan *power steering fluid*
 - c. Memasukkan *flow control valve* ke dalam lubang pemasangannya dari *front vane pump housing* dan memeriksa bahwa *flow control valve* masuk dengan lembut
4. Memeriksa *Flow Control Valve Compression Spring*
- a. Mengukur panjang bebas *flow control valve compression spring* menggunakan *vernier caliper*
 - b. Mengganti *flow control valve compression spring* bila panjang bebasnya melebihi batas minimum
- Catatan : Panjang bebas minimum 29.2 mm
5. Memeriksa *Pressure Port Union*
- a. Mengganti *pressure port union* bila *union seat* dalam *union port* rusak

J. Perakitan Kembali *Vane Pump*

1. Memasang *Vane Pump Housing Oil Seal*
 - a. Menekan ke dalam *oil seal* baru menggunakan SST (09951-00280, 09951-07100)
2. Memasang *Shaft With Pulley*
 - a. Melumasi *shaft* dengan *power steering fluid*
 - b. Memberi isolatip bagian bergerigi dari *shaft*
 - c. Memasang *shaft with pulley* ke *front housing*
3. Memasang *Front Vane Pump Side Plate*
 - a. Melapisi *o-ring* no. 2 dengan *power steering fluid*
 - b. Memasang *o-ring* no. 2 ke *front housing*
 - c. Melapisi *o-ring* no. 1 dengan *power steering fluid*
 - d. Memasang *o-ring* no. 1 ke *front side plate*

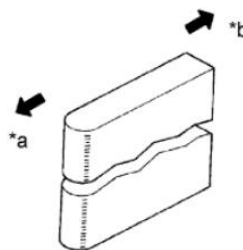
- e. Memasang *front side plate* ke *front housing* sambil meluruskan *semi circle shaped* (potongan berbentuk setengah bulat) dari kedua *part* tersebut



Gambar 3.43 Memasang *Side Plate* Ke *Front Housing*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

4. Memasang *Vane Pump Cam Ring*
- a. Memasang *vane pump cam ring* ke *front housing* sambil meluruskan potongan berbentuk setengah bulat dari kedua *part* dengan tanda goresan menghadap ke atas
5. Memasang *Vane Pump Rotor*
- a. Memasang *vane pump rotor* ke *front housing*
- b. Memberikan pelumas pada 10 *vane plate* dengan *power steering fluid*



Gambar 3.44 *Vane Plate*

(Sumber: Toyota Manual Repair)

Keterangan teks dalam gambar :

- 1) *a = Arah ke luar
- 2) *b = Arah ke dalam
6. Memasang *Vane Pump Shaft Snap Ring*
- a. Memasang *snap ring* baru pada *shaft with pulley* menggunakan obeng dan tang *snap ring expander*

7. Memasang *Rear Housing*
 - a. Melumasi *o-ring* yang baru dengan *power steering fluid* dan memasang *o-ring* ke *rear housing*
 - b. Meluruskan *pin* pelurus dari *rear housing* dengan lubang yang dibuat oleh potongan berbentuk setengah bulat dari *cam ring*, *side plate* depan dan *front housing*.
 - c. Memasang *rear housing* dengan 4 baut

Catatan : Momen pengencangan 22 N.m

8. Memeriksa Momen Rotasi
 - a. Memeriksa *pump* berputar lancar tanpa ada suara yang abnormal
 - b. Memasang sementara *service bolt*
 - c. Memeriksa momen putaran *pump* menggunakan kunci momen dengan momen putar standar 0.27 N.m atau kurang
9. Memasang *Power Steering Oil Pressure Switch*
 - a. Melumasi *o-ring* baru dengan *power steering fluid* dan pasang *o-ring* ke *oil pressure switch*
 - b. Memasang *oil pressure switch* ke *vane pump* dengan momen pengencangan 21 N.m
10. Memasang *Flow Control Valve*
 - a. Melumasi *compression spring* dan *flow control valve* dengan *power steering fluid*
 - b. Memasang *compression spring*
 - c. Memasang *flow control valve* sehingga menghadap ke arah yang benar
 - d. Melumasi *o-ring* baru dengan *power steering fluid* dan pasang *o-ring* ke *pressure port union*
 - e. Memasang *pressure port union* dengan momen pengencangan 69 N.m
11. Memasang *Vane Pump Oil Reservoir Sub-Assembly*
 - a. Melumasi *o-ring* baru dengan *power steering fluid* dan memasang *o-ring* ke *vane pump oil reservoir*

- b. Memasang *vane pump oil reservoir* dengan 3 baut

Catatan : Momen pengencangan 9.0 N.m

12. Memasang *Vane Pump Oil Reservoir Cap Sub-Assembly*

K. Pengukuran Mekanisme *Power Steering*

Pengukuran bertujuan untuk memperoleh data teknik dari komponen-komponen pada mekanisme *power steering* sebagai bahan analisis perhitungan.

Adapun hasil pengukuran tersebut adalah sebagai berikut :

1. Diameter *pulley crankshaft* Fortuner tipe G 2.7 = 146 mm
2. Diameter *pulley vane pump* Fortuner tipe G 2.7 = 121 mm
3. Diameter saluran *power steering* Fortuner tipe G 2.7 = 6,5 mm
4. Diameter *power cylinder* pada Fortuner tipe G 2.7 = 55 mm
5. Putaran *engine* pada saat *idle* = 731 rpm

L. Analisis Perhitungan

Analisis perhitungan ini menggunakan beberapa asumsi yang bersumber dari Toyota pada *New Step 1* dan *Step 2* sebagai tetapan dalam melakukan perhitungan. Adapun tetapan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

Debit aliran minyak *Power Steering* :

- a. Debit aliran saat kecepatan rendah (Q) = 6,6 liter/menit
- b. Debit aliran saat kecepatan tinggi (Q) = 3,3 liter/menit

(*Step 2*, 1996: 3-21)

Tekanan maksimum pompa (P_p) = 72-82 kg/cm²

(*Step 2*, 1996: 3-11)

1. Menghitung Putaran Pompa *Power Steering*

Untuk menghitung putaran pompa *power steering* dapat menggunakan rumus :

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

Keterangan :

n_1 = putaran *pulley crankshaft* (rpm)

d_1 = diameter *pulley crankshaft* (cm)

n_2 = putaran *pulley vane pump* (rpm)

d_2 = diameter *pulley vane pump* (cm)

Diketahui diameter *pulley crankshaft* (d_1) adalah 146 cm, diameter *pulley vane pump* (d_2) adalah 121 cm. Perhitungan dilakukan pada putaran *engine* (n_1) 731 rpm dan 5600 rpm. Jadi, putaran *vane pump power steering* adalah:

a. Saat putaran 731 rpm

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

$$731 \text{ rpm} \times 14,6 \text{ cm} = n_2 \times 12,1 \text{ cm}$$

$$\frac{731 \text{ rpm} \times 14,6 \text{ cm}}{12,1 \text{ cm}} = n_2$$

$$n_2 = 882,03 \text{ rpm}$$

b. Saat putaran 5600 rpm

$$n_1 \times d_1 = n_2 \times d_2$$

$$5600 \text{ rpm} \times 14,6 \text{ cm} = n_2 \times 12,1 \text{ cm}$$

$$\frac{5600 \text{ rpm} \times 14,6 \text{ cm}}{12,1 \text{ cm}} = n_2$$

$$n_2 = 6757 \text{ rpm}$$

2. Menghitung Kecepatan Aliran Minyak *Power Steering* Dalam Pipa (V_p)

Untuk menghitung kecepatan aliran minyak *power steering* dalam pipa dapat menggunakan rumus :

$$V_p = \frac{Q_k}{\pi \times r^2}$$

Keterangan :

V_p = kecepatan aliran minyak *power steering* dalam pipa (m/s)

Q_k = debit aliran minyak *power steering* yang keluar dari katup (m^3/s)

A_p = luas permukaan pipa pengalir (m^2)

r = jari-jari pipa pengalir (mm)

Diketahui bahwa diameter penampang pipa pengalir adalah 6,5 mm sehingga jari-jari pengalir 3,25 mm atau . Saat kecepatan rendah atau pada saat putaran *engine* antara 650-1250 rpm, besar debit aliran minyak *power steering* yang keluar dari katup adalah 6,6 l/m atau 6,6 dm^3/m . Sedangkan pada saat kecepatan tinggi atau pada saat putaran *engine* lebih dari 2500 rpm debit aliran minyak *power steering* yang keluar dari katup adalah 3,3 l/m atau 3,3 dm^3/m . (Step 2, 1996: 3-21).

Jadi, kecepatan aliran minyak *power steering* di dalam pipa pengalir adalah :

- a. Saat kecepatan rendah (650-1250 rpm)

$$\begin{aligned} V_p &= \frac{Q_k}{\pi \times r^2} \\ &= \frac{0,011 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times (0,00325 \text{ m})^2} \\ &= \frac{0,011 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0003316 \text{ m}^2} \\ &= 331,72 \text{ m/s} \end{aligned}$$

b. Saat kecepatan tinggi (2500 rpm atau lebih)

$$\begin{aligned}V_p &= \frac{Qk}{\pi \times r^2} \\&= \frac{0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times (0,00325 \text{ m})^2} \\&= \frac{0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0003316 \text{ m}^2} \\&= 165,86 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Debit aliran minyak *power steering* lebih besar saat putaran rendah dibanding saat putaran tinggi. Hal tersebut dapat terjadi karena terdapat *relief valve* yang mengatur besar *volume* minyak *power steering* yang bekerja di dalam sistem.

3. Menghitung Gaya Dorong Pada *Power Piston* (F_p)

Untuk menghitung gaya dorong pada *power piston* dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$F_p = P_p \times A_p$$

Keterangan :

F_p = gaya dorong pada *power piston* (kg)

P_p = tekanan maksimum pompa *power steering* (kg/cm²)

A_p = luas penampang *power cylinder* (cm²)

Gaya ini merupakan gaya yang diberikan untuk mendorong *steering rack* di dalam *power cylinder*. Diketahui diameter dari *power cylinder* adalah 55 mm. Tekanan maksimum pompa *power steering* adalah 72-82 kg/cm².

Jadi, besarnya gaya dorong yang diterima *power piston* dengan tekanan maksimum dari pompa *power steering* adalah :

$$\begin{aligned}F_p &= P_p \times A_p \\F_p &= P_p \times \pi r^2 \\&= 82 \text{ kg/cm}^2 \times 3,14 \times (2,75 \text{ cm})^2 \\&= 1.946,54 \text{ kg atau } 19.465,4 \text{ N}\end{aligned}$$