

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Sistem Pemindahan Tenaga

Menurut Marsudi, 2017. Sistem pemindah tenaga adalah mekanisme pemindah tenaga yang dihasilkan oleh mesin untuk menggerakkan roda motor sehingga dapat berjalan dan dapat dikendarai. Pada motor matik, sistem pemindah tenaga atau sistem transmisinya tidak menggunakan perpindahan roda gigi, melainkan menggunakan *pulley* dan sabuk (*belt*), yang disebut CVT (*Continuously Variable Transmission*). CVT (*Continuously Variable Transmission*) adalah suatu sistem pemindah tenaga secara otomatis dengan bantuan gaya sentrifugal (gaya dorong mengarah keluar pusat yang disebabkan oleh putaran).

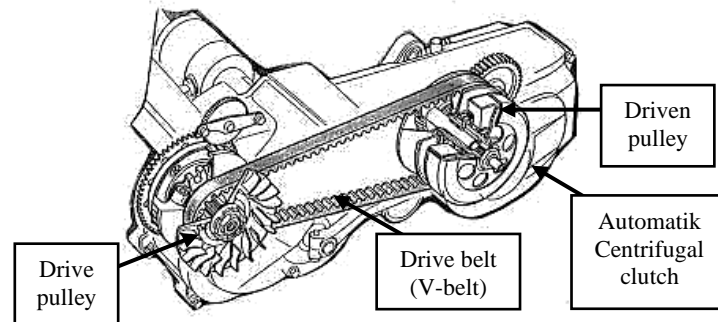
CVT (*Continuously Variable Transmission*) adalah sistem transmisi daya dari mesin menuju roda belakang melalui sabuk (*V-belt*) yang menghubungkan antara *drive pulley* (puli primer) yang terdapat didepan dengan *driven pulley* (puli sekunder) yang terdapat dibelakang menggunakan menggunakan prinsip gaya gesek (Gambar 2.1).



Gambar 2. 1 *Continuously Variable Transmission* (Marsudi, 2017)

Mekanisme yang memindahkan tenaga adalah poros engkol langsung mengopel *primary pulley* (*drive pulley*) dan dengan *drive* (*V-belt*) digunakan untuk memutar *secondary pulley* (*driven pulley*). Untuk menggerakkan roda belakang menggunakan kopling sentrifugal (*otomatik centrifugal clutch*) yang akan

memutar rumah kopling. Gaya sentrifugal dari putaran rumah kopling ke putaran roda reduksi melalui roda gigi perantara (*gearbox*) sehingga menghasilkan dua tahap reduksi (Gambar 2.2) (Marsudi, 2017).



Gambar 2. 2 Mekanisme pemindah tenaga (Marsudi, 2017)

Pada motor matik seperti Yamaha Mio, Honda Vario, Suzuki Spin, dan lain – lain. menggunakan sistem pemindah tenaga CVT (*Continously Variable Transmission*). Sistem CVT (*Continously Variable Transmission*) ialah transmisi otomatis yang bekerja berdasarkan gaya sentrifugal serta gaya gesek yang terjadi di komponen – komponennya. Pemindahan kecepatan secara otomatis penuh sesuai dengan putaran mesin (Marsudi, 2017).

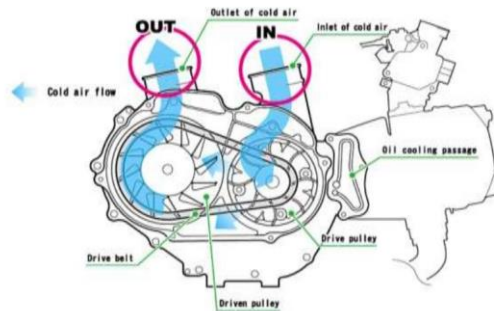
Pada sistem CVT ini tidak lagi menggunakan transmisi manual tentang sistem roda gigi, akan tetapi menggunakan dua *pulley* yang dihubungkan dengan sabuk (*V-belt*). Dengan sistem ini, pengendara sepeda motor tidak perlu lagi mengoperasikan perpindahan gigi, melainkan buat menambah serta mengurangi kecepatan sepeda motor menggunakan kecepatan eksklusif yang diinginkan hanya menggunakan memutar handel gas. Sistem ini sebagai akibatnya pengendara terbebas dari keharusan memindah gigi sebagai akibatnya lebih nyaman serta kalem, lebih – lebih di jalanan yang macet.

Sistem CVT artinya transmisi yang perubahan kecepatannya bervariasi dan berkesinambungan. Perubahan kecepatan pada CVT sangat halus dan tidak ada hentakan seperti di transmisi manual. Prosedur *V-belt* tersimpan dalam ruangan yang dilengkapi menggunakan sistem pendingin buat mengurangi panas yang muncul sebab goresan sehingga bisa tahan lebih usang. Sistem sirkulasi pendingin *V-belt* ini didesain sedemikian rupa sebagai akibatnya terbebas dari kotoran/debu serta air (Marsudi, 2017).

Lubang pemasukan udara pendingin di atas *drive pulley* (puli depan) serta terpasang lebih tinggi asal *as* roda buat menghindari masuknya air ketika sepeda motor berjalan pada wilayah banjir. Sedang daerah munculnya udara yang sudah melewati CVT di atas *driven pulley* (Gambar 2.3 dan Gambar 2.4)

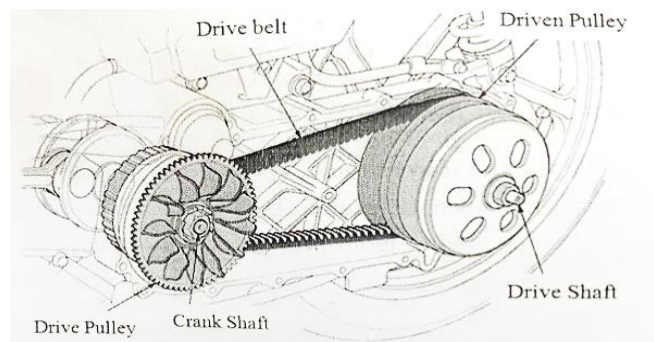


Gambar 2. 4 Sirkulasi udara pendingin (Marsudi, 2017)

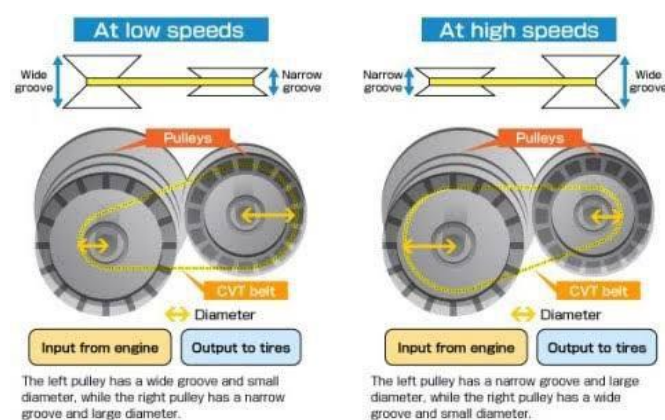


Gambar 2. 3 Bagan aliran udara pendingin (Marsudi, 2017)

Primary pulley berhubungan langsung dengan poros engkol (*crankshaft*), sedangkan *secondary pulley* berhubungan dengan *final gear* serta langsung ke roda belakang. Diameter kedua *pulley* dapat berubah – ubah. Perubahan *primary pulley* sinkron dengan putaran mesin sesuai gaya sentrifugal. Makin tinggi putaran mesin, maka gaya sentrifugal pada *roller* makin akbar dan menyebabkan diameter *primary pulley* makin membesar. Sedangkan perubahan *secondary pulley* berdasarkan tarikan *primary pulley* menggunakan mediator sabut *V-belt*. apabila *primary pulley* mempunyai diameter yang kecil, maka diameter *secondary pulley* akan makin besar, dan sebaliknya, makin besar diameter *primary pulley*, maka diameter *secondary pulley* akan makin mengecil. Berubahnya diameter pada *secondary pulley* berdasarkan tarika *V-belt* berasal *primary pulley* (Gambar 2.5 dan Gambar 2.6) (Marsudi, 2017).



Gambar 2. 6 Hubungan sistem CVT (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 5 Hubungan kerja puli primer dan puli sekunder (Marsudi, 2017)

2.2 Kajian Pustaka

Deno Revian Putra dkk (2018) dengan judul Pengaruh Perbandingan Penggunaan *Roller Racing* Dengan *Roller Standard* Terhadap Daya dan Torsi pada Motor Matik Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata dari penggunaan *Roller Standard* dengan *Roller Racing*. Daya tertinggi menggunakan *Roller standard* pada putaran mesin rata-rata maksimal 1500 rpm sebesar 4,93 HP sedangkan menggunakan *Roller racing* pada putaran mesin rata-rata maksimal 1500 rpm sebesar 5,13 HP sehingga terjadi peningkatan daya sebesar 0,24 HP. Torsi tertinggi menggunakan *Roller standard* pada putaran mesin rata-rata 1500 rpm sebesar 24,87 N.m sedangkan menggunakan *Roller racing* pada putaran mesin 1500 rpm sebesar 25,89 N.m sehingga terjadi peningkatan torsi sebesar 1,02 N.m. Menggunakan uji t hasilnya signifikan terhadap penggunaan *Roller racing* berpengaruh terhadap daya dan torsi. Kemudian penggunaan *roller racing* hasilnya signifikan terhadap daya dengan nilai t hitung 3,386 HP yang lebih besar dari t tabel

2.776. kemudian penggunaan *roller racing* hasilnya signifikan terhadap torsi dengan nilai t hitung 5,176 N.m yang lebih besar dari t tabel 2.776. Harga t tabel yang digunakan adalah pada taraf signifikan 5 %.

Asroful Abidin (2022) dengan judul Pengaruh Variasi Massa *Roller CVT* Terhadap Karakteristik Performa Motor Matik 110 cc dan 150 cc Menggunakan *Dynamometer* dapat disimpulkan : Hasilnya menunjukkan bahwa *horse power* paling tinggi yang dapat dihasilkan pada motor matik 150 cc adalah 11,6 HP dengan menggunakan variasi *roller* 10 gr pada putaran mesin 3475 rpm dan yang paling rendah terdapat pada variasi massa *roller* standar pada motor matik 110 cc dengan *horse power* 7,6 HP dengan putaran mesin 3210 rpm. Pada pengujian torsi, penggunaan massa *roller* 10 gr pada motor matik 150 cc menghasilkan torsi yang paling besar yaitu 35,58 Nm pada 1557 rpm dan yang terendah pada penggunaan massa *roller* standar motor matik 110 cc yaitu 22,46 Nm pada 1868 rpm. Dapat ditarik kesimpulan bahwa penggantian variasi massa *roller* dengan massa *roller* yang lebih ringan dapat meningkatkan *horse power* dan torsi dari motor matik bertransmisi CVT 110 dan 150 cc.

Sayuda Ari Saputro (2019) dengan judul Pengaruh Penggunaan *Roller* dan Pegas CVT *Racing* Terhadap Performa Motor Matik 110 cc Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dibahas pada bagian sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa *roller* 13 gram lebih baik dari pada *roller* 15 gram, hal ini dibuktikan dengan *roller* 13 gram menghasilkan daya terbesar pada penggunaan pegas CVT *racing* yaitu 6,8 Hp, Dan hasil pengujian juga menunjukkan bahwa *roller* 13 gram menghasilkan torsi terbesar pada penggunaan pegas CVT *racing* yaitu 8,76 Nm.
2. Pengujian kedua menyatakan bahwa *roller* 15 gram lebih baik untuk digunakan dari pada *roller* 16 gram hal ini dibuktikan dengan *roller* 16 gram menghasilkan daya terkecil pada penggunaan pegas CVT *racing* yaitu 6,2 Hp *roller* 16 gram menghasilkan torsi terkecil pada penggunaan pegas CVT *racing* yaitu 8,01 Nm, artinya penggunaan *roller* 15 gram lebih baik dibandingkan penggunaan *roller* 16 pada pegas *racing* maupun standart.

Warso, D.L. Zariatun, Dahmir Dahlan (2018) dengan judul Analisis Pengaruh Variasi Jenis *Primary Sheave Weight* CVT dan Pemakaian Variasi Pegas *Sliding Sheave* Terhadap Torsi dan Daya Pada Mesin Sepeda Motor ESP 150 cc dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa torsi maksimum terbesar ada pada pegas B dengan nilai konstanta 5555,55 N/m yang menggunakan *roller* 16 g yaitu sebesar 14,70 Nm pada putaran 5250 rpm. Dan torsi minimum terendah ada pada pegas A nilai konstanta 3582,08 N/m dengan menggunakan *roller* 15 g yaitu sebesar 12,57 Nm pada putaran 5500 rpm.
2. Berdasarkan hasil pengujian di atas torsi semakin bertambah dengan menggunakan Pegas *sliding sheave* standar sekitar 13,7 % dengan menggunakan *Primary sheave weight roller* 16 g dan mengalami penurunan sekitar 12,37 % dari torsi standar dengan menggunakan pegas *sliding sheave* C dengan nilai konstanta 5846,15 N/m dan menggunakan *Primary sheave weight /roller* 14 gram.
3. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa daya maksimum terbesar ada pada pegas B dengan nilai konstanta 5555,55 N/m yang menggunakan *roller* 14 g yaitu sebesar 11,4 HP pada putaran 6000 rpm dan daya minimum terendah ada pada pegas C dengan nilai konstanta 5846,15 N/m menggunakan *roller* 16 g yaitu sebesar 10,8 HP pada putaran 7000 rpm. Berdasarkan hasil pengujian di atas daya semakin bertambah dengan menggunakan Pegas *sliding sheave* sekitar 10,4 % dengan menggunakan *Primary sheave weight /roller* 14 g dan mengalami penurunan sekitar 9,9 % dari torsi standar dengan menggunakan pegas *sliding sheave* C dengan menggunakan *Primary sheave weight /roller* 14 g .

Rahmadani Saputra, Muh Thohirin , Ruslan Dalimunthe, dan Muhammad Yunus (2022) dengan judul Pengaruh Variasi Berat *Roller* Menggunakan Pegas Standar Terhadap Akselerasi Sepeda Motor Beat FI Di PT.AHASS TEFA dapat disimpulkan : Akselerasi pada sepeda motor Beat Fi dengan menggunakan variasi berat *roller* 8 gram, 9 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram (standar) dengan pegas CVT 800 rpm (standar). Kondisi motor standar dengan *roller* 12 gram dan pegas

CVT standar (800rpm) memiliki akselerasi tercepat, dengan waktu 0,08 detik pada kecepatan putar 3706 rpm. Akselerasi lambat dengan waktu 0,28 detik pada kecepatan putar 5993 rpm.

Ella Sundari, Eka Satria, Martomi, Tri Widagdo, Soegeng Witjahjo (2017) dengan judul Penentuan Karakteristik Mekanik Motor Listrik Induksi Menggunakan Beban Dinamometer Hidrolik dapat disimpulkan :

1. Pembebanan menggunakan sistem hidrolik memberikan hasil yang maksimal, karena fluktuasi data sangat kecil.
2. Perangkat pengikat pengujian dapat dipergunakan untuk menentukan karakteristik pada mesin pembangkit daya yang lain.
3. Terdapat sedikit penyimpangan antara data hasil pengujian terhadap data yang ada pada *neme plate* yang tertera pada obyek pengujian. Hal ini bersumber dari kondisi pengujian yang fluktuatif.
4. Data-data motor listrik induksi dapat dijadikan referensi untuk pengguna motor listrik induksi 220 Volt, 1 phase, 1 Hp agar mesin dapat beroperasi secara efisien serta memiliki usia pakai yang lama.

Dwi Arnoldi, Moch. Yunus, Soegeng Witjahjo, Eka Satria M (2017) dengan judul Pengaruh Penambahan Komponen *Super Charger* Pada Motor Bensin dapat disimpulkan :

1. Ada dampak signifikan berkaitan dengan penambahan komponen super charger terhadap perubahan performansi motor bensin.
2. Kondisi optimum yang dihasilkan antara lain: Daya maksimum mesin, $BHP_{max} = 792$ Watt, Tekanan udara optimum, $P_{Opt} = 24$ mm.Hg, Putaran Optimum mesin, $N_{opt} = 8425$ rpm.
3. Peningkatan Daya mesin sebesar 9,69 %

2.3 Kelebihan Dan Kekurangan Utama Sistem CVT

2.3.1 Kelebihan Sistem CVT

1. Sistem CVT dapat memberikan perubahan kecepatan dan perubahan torsi dari mesin ke roda belakang secara otomatis, dengan perbandingan rasio yang sangat tepat tanpa harus memindah gigi, seperti pada motor transmisi

konvensional. Dengan sendirinya tidak terjadi hentakan yang biasa timbul pada pemindahan gigi pada mesin – mesin konvensional. Perubahan kecepatan sangat lembut dengan kemampuan mendaki yang baik. Sistem CVT terdiri *pulley primary* dan *pulley secondary* yang dihubungkan dengan *V-belt*.

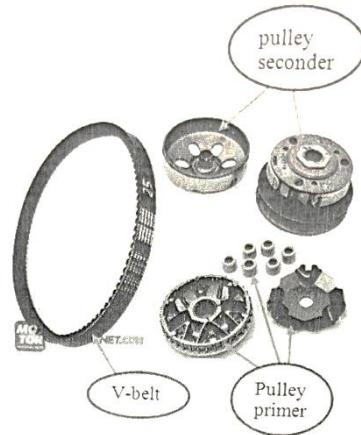
2. CVT memberikan kenyamanan lebih bila dibandingkan dengan sistem manual, karena CVT tidak lagi dilakukan proses pemindah gigi, maka kecepatan bergantung pada putaran mesin.
3. CVT memiliki konstruksi yang lebih sederhana dari pada sistem manual.
4. Perawatan CVT tergolong lebih mudah jika dibandingkan dengan transmisi manual.
5. CVT memberikan perubahan kecepatan dengan lembut.

2.3.2 Kekurangan Sistem CVT

1. Putaran awal membutuhkan putaran yang tinggi.
2. Bukaan gas cenderung lebih besar, karena dibutuhkan putaran tinggi untuk bisa bergerak dan mengubah rasio.
3. Penggunaan bahan bakar yang tidak efisien.
4. Komponen mesin lebih cepat aus karena karakteristik mesin bekerja pada putaran tinggi.
5. Mesin brake sangat kecil sehingga penggunaan rem lebih dominan dan kemungkinan rem terbakar atau rem cepat aus.
6. Saat melewati jalan yang menurun akan sulit dikendalikan karena mesin brake kecil.

2.4 Komponen – Komponen CVT

Komponen – komponen sistem CVT (*Continuously Variable Transmission*) untuk CVT set motor matik, dapat dilihat pada (Gambar 2.8). Komponen – komponen sistem CVT (*Continuously Variable Transmission*) terdiri dari: *pulley primer*, *V-belt*, dan *pulley secondary*, dapat dilihat pada (Gambar 2.7)

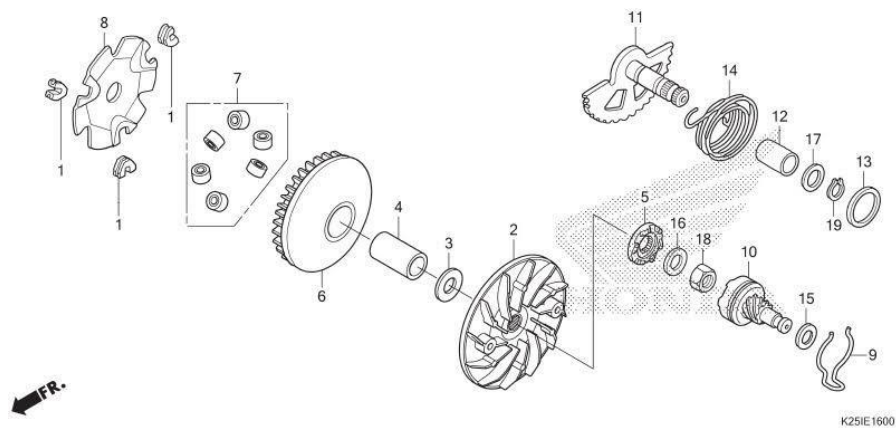


Gambar 2. 8 Pulley primer, V-belt, dan pulley sekunder (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 7 Komponen – komponen sistem CVT pada motor (Marsudi, 2017)

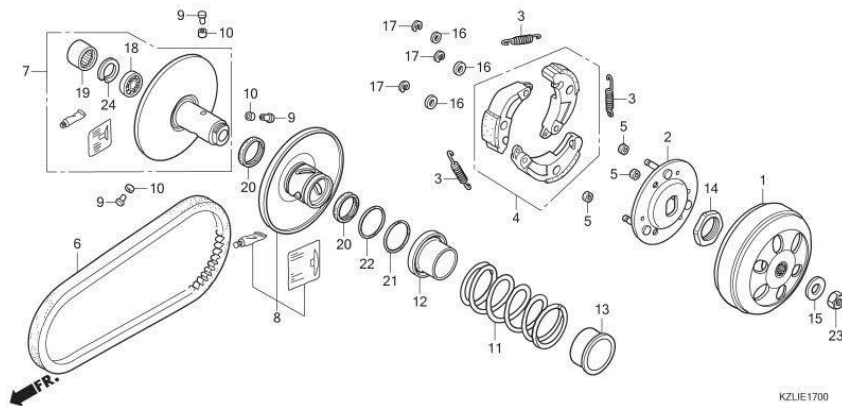
Nama – nama bagian lengkap sistem CVT secara bagan *drive face* dapat dilihat (Gambar 2.10), sedang untuk *driven face* dapat dilihat. (Gambar 2.9)



Keterangan :

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. <i>Piece set, slide</i> | 11. <i>Spindle comp, kick starter</i> |
| 2. <i>Face, drive</i> | 12. <i>Bush, kick starter</i> |
| 3. <i>Boss, drive face</i> | 13. <i>Collar, kick boss</i> |
| 4. <i>Ratchet, starter</i> | 14. <i>Spring, kick return</i> |
| 5. <i>Face comp, movable drive</i> | 15. <i>Washer, thrust</i> |
| 6. <i>Fin, drive face</i> | 16. <i>Washer, special 14 mm</i> |
| 7. <i>Roller set, weight</i> | 17. <i>Washer, 16 x 2</i> |
| 8. <i>Plate, ramp</i> | 18. <i>Nut, hex, 14mm</i> |
| 9. <i>Spring, kick starter spindle</i> | 19. <i>Circlip, external, 16mm</i> |
| 10. <i>Gear camp, kick starter spindle</i> | |

Gambar 2. 9 Bagan *drive face* (Marsudi, 2017)



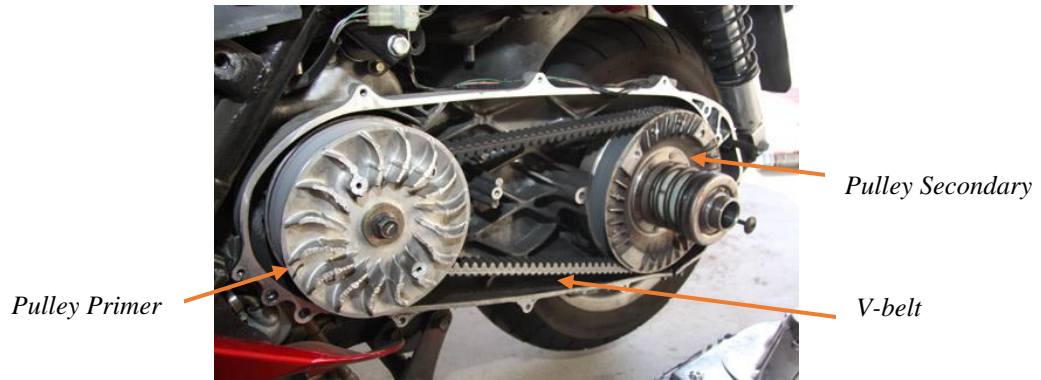
Keterangan :

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1. <i>Outer comp, clutch</i> | 15. <i>Washer, 12.2X29X2.5</i> |
| 2. <i>Plate clutch pressure</i> | 16. <i>Washer, thrust</i> |
| 3. <i>Spring, clutch</i> | 17. <i>Circlip, 7mm</i> |
| 4. <i>Weight set, primary clutch</i> | 18. <i>Bearing, ball radial</i> |
| 5. <i>Rubber, clutch damper</i> | 19. <i>Bearing, needle</i> |
| 6. <i>Belt, drive</i> | 20. <i>Oil seal, 34X39X3</i> |
| 7. <i>Face set, driven</i> | 21. <i>O – ring pinion cap</i> |
| 8. <i>Face set, movable driven</i> | 22. <i>O – ring, 38.5X2</i> |
| 9. <i>Pin, roller guide</i> | 23. <i>Nut, hex 12mm</i> |
| 10. <i>Roller, guide</i> | 24. <i>Circlip, internal, 28mm</i> |
| 11. <i>Spring, driven face</i> | |
| 12. <i>Collar, seal</i> | |
| 13. <i>Collar, spring</i> | |
| 14. <i>Nut, special 30mm</i> | |

Gambar 2. 10 Bagan *driven face* (Marsudi, 2017)

2.5 Kontruksi Dan Fungsi Sistem CVT

Kontruksi sistem transmisi otomatis terdiri dari 3 komponen utama, yaitu : *pulley primer*, *V-Belt*, dan *pulley sekunder* (Gambar 2.11)



Gambar 2. 11 Kontruksi sistem CVT (Arantan, 2023)

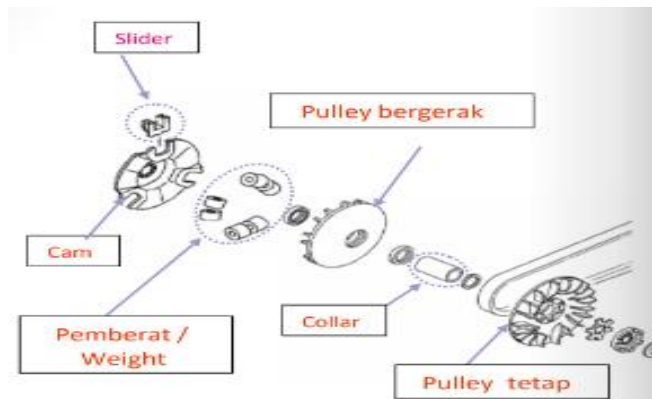
2.5.1 Pulley primer (Primary Sheave)

Pulley primer terdiri dari komponen – komponen pada (Gambar 2.12) dan namanya dapat dilihat pada keterangan (Gambar 2.9).



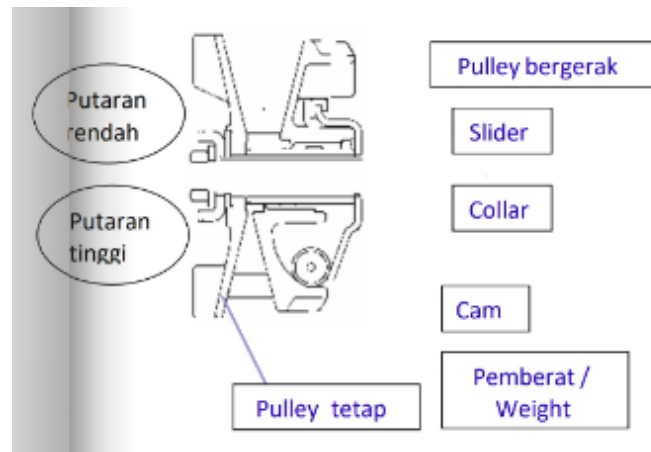
Gambar 2. 12 Bagian – bagian *pulley primer* (Marsudi, 2017)

Bagian *pulley primer* dapat dilihat pada gambar (Gambar 2.13)



Gambar 2. 13 Bagian *pulley primer* (Marsudi, 2017)

Gambar kerja sistem CVT pada saat putaran rendah, *belt* pada posisi paling dalam dapat dilihat (Gambar 2.14) bagian atas; sedang saat putaran tinggi, *belt* pada posisi paling luar dapat dilihat pada (Gambar 2.14) bagian bawah.



Gambar 2. 14 Bagan kerja *pulley* primer (Marsudi, 2017)

Primary sheave disebut juga *pulley primer*, yaitu komponen CVT yang menyatu dengan poros engkol (*crankshaft*). *Primary sheave* bekerja akibat adanya putaran dari mesin melalui poros engkol (*crankshaft*) (Marsudi, 2017).

Pada bagian poros engkol terdapat *collar* yang dikopel menyatu dengan *fixed sheave* (kita sebut *F sheave*), yaitu bagian *pulley* yang diam dan *cam*. Adapun *sliding sheave* (kita sebut *S sheave*) piringan *pulley* yang dapat bergeser terdapat pada bagian *collar*. Untuk menarik dan menjepit *V-belt*, terdapat rangkaian *slider section*. Piringan *pulley* yang dapat bergeser (*S sheave*) akan menekan *V-belt* keluar melalui pemberat (*roller weight*) karena gaya sentrifugal dan menekan *S sheave* sehingga bentuk *pulley* akan menyempit, mengakibatkan diameter dalam *pulley* akan membesar (Marsudi, 2017).

Primary sheave tersusun dari beberapa komponen sebagai berikut :

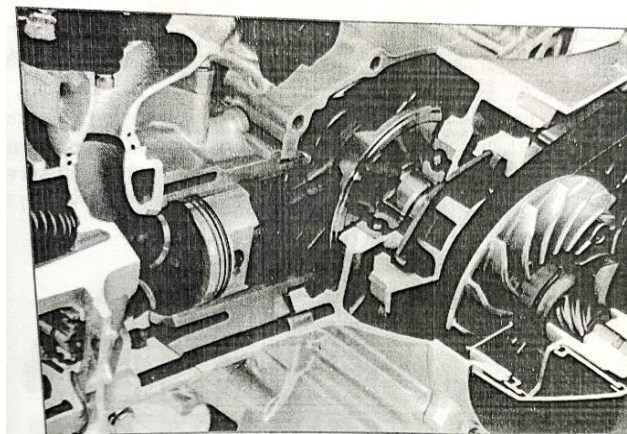
1. *Primary Fixed Sheave*

Fixed sheave adalah bagian dari *primary sheave* yang tidak bergerak, berfungsi sebagai penahan *V-belt*. *Fixed sheave* berbentuk piringan yang bagian sisinya dibentuk menyerupai kipas, tujuannya adalah untuk membantu proses pendinginan pada ruang CVT (Gambar 2.15) (Marsudi, 2017).

Primary fixed sheave merupakan salah satu bagian dari *pulley primer* (*primary sheave*) yang tidak bergerak yang berkaitan langsung dengan *crankshaft* dan *cam* secara fix dan berfungsi sebagai penahan *V-belt*. Pada *primary fixed sheave* (Gambar 2.16) berbentuk piringan yang bagian sisinya terdapat sirip – sirip pendingin, sehingga pada saat *primary fixed sheave* berputar, akan menghasilkan tiupan udara seperti kipas angin. Hal ini bertujuan untuk menjaga proses pendinginan pada ruang CVT agar temperatur ruang CVT tidak terlalu panas. Karena apabila terlalu panas, maka komponen CVT akan lebih cepat mengalami aus, terutama pada komponen – komponen yang bergerak bergesekan seperti *V-belt* dan *pulley* serta *roller* (Marsudi, 2017).



Gambar 2. 16 *Primary fixed sheave* (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 15 Pemasangan *primary fixed sheave* berhubungan dengan *crankshaft* (Marsudi, 2017)

Primary sliding sheave adalah bagian yang bergerak ke kiri dan ke kanan yang berfungsi mendorong *V-belt*. *Sliding sheave* bekerja dengan menyesuaikan kecepatan mesin. Makin tinggi putaran mesin, *sliding sheave* akan menekan *V-belt* ke arah diameter *pulley* yang lebih besar.

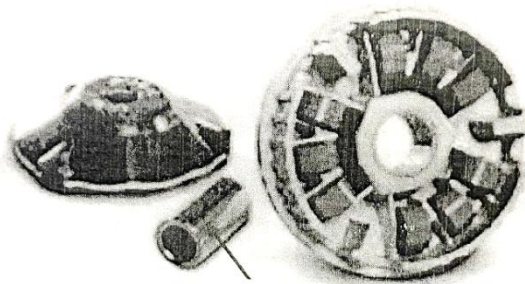
Primary sliding sheave merupakan salah satu bagian dari *pulley* yang dapat bergeser – geser melalui *collar/spacer*. *Sliding sheave* bekerja dengan menyesuaikan kecepatan mesin. Bergeraknya *primary sliding sheave* ini akan mengakibatkan *V-belt* terdesak ke arah luar *pulley* saat putaran tinggi maupun bergeser ke arah dalam *pulley*. Makin tinggi putaran mesin, *sliding sheave* akan menekan *V-belt* ke arah diameter *pulley* yang lebih besar (Marsudi, 2017).



Gambar 2. 17 *Primary sliding sheave* (Marsudi, 2017)

2. *Collar/Spacer*

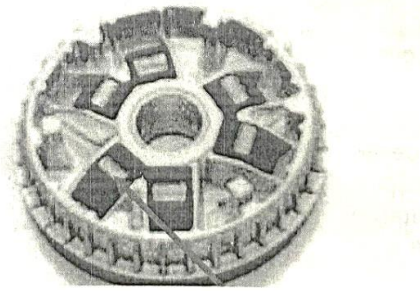
Collar/spacer merupakan lintasan *primary sliding sheave*, sehingga *sliding sheave* dapat bergerak dengan mudah.



Gambar 2. 18 *Collar/spacer* (Marsudi, 2017)

3. *Primary Sheave Weight*

Primary sheave weight merupakan bagian dari *primary pulley* yang mendorong *sliding sheave* karena adanya gaya sentrifugal yang bekerja. Saat *weight* terlempar karena adanya gaya sentrifugal, maka diameter *primary pulley* akan berubah menjadi lebih besar. Makin tinggi putaran mesin akan menghasilkan gaya sentrifugal yang besar, maka *roller* juga akan makin menekan *primary sliding sheave* (Marsudi, 2017).



Primary sheave weight

Gambar 2. 20 Kedudukan *primary sheave weight* (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 19 *Weight* (pemberat) (Marsudi, 2017)

4. *Cam Plate*

Cam plate merupakan bagian dari *primary pulley* yang terpasang fix pada poros, sehingga pada saat *weight* bekerja, *cam plate* ini menjadi tempat tumpuan untuk mendorong *sliding sheave*. Permukaan *cam plate/slider* ini membentuk tirus, sehingga saat *roller* bergerak ke arah luar, *roller* akan mendesak *primary slider sheave*. Dengan begitu *primary sliding sheave* akan mendesak *V-belt* ke arah luar dan menyebabkan diameter *pulley* menjadi besar (Marsudi, 2017).



Gambar 2. 22 *Cam plate* (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 21 Pengarah pergerakan *slider* (Marsudi, 2017)

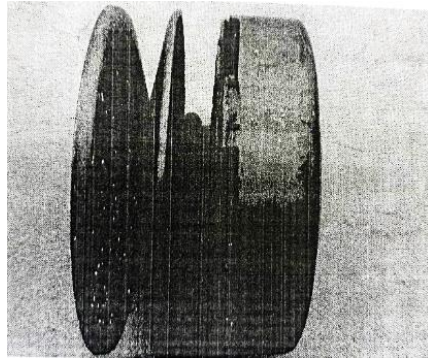
5. *Plastic Slider Guide*

Plastic slider guide berfungsi untuk menuntun jalannya pergerakan antara *cam plate/slide* dan *primary sliding sheave*, sehingga pergerakan *sliding sheave* tidak keluar dari alurnya. Pada putaran yang tinggi, *slider* akan mendorong *weight* ke bagian atas *sliding sheave*, sehingga *sliding sheave* bergerak menekan *V-belt* (Marsudi, 2017).

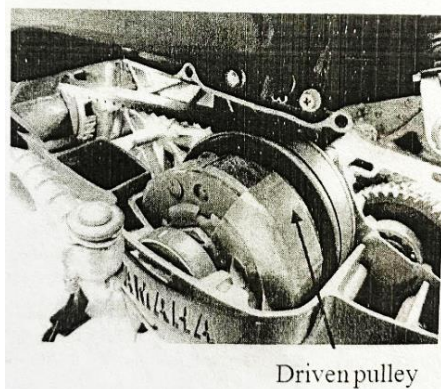


Gambar 2. 23 *Plastic slider guide* (Marsudi, 2017)

2.5.2 Driven Pulley Atau Secondary Pulley

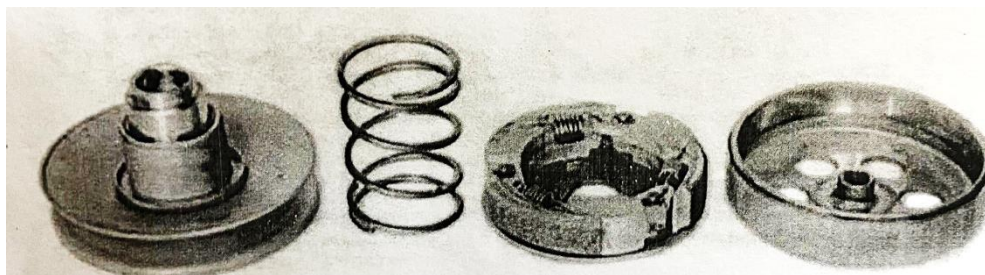


Gambar 2. 27 Driven pulley (Marsudi, 2017)

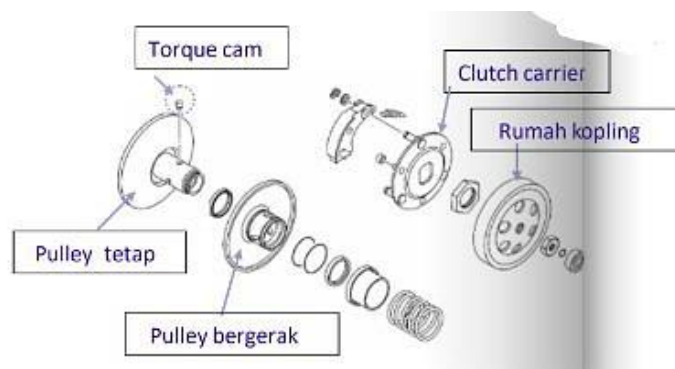


Driven pulley

Gambar 2. 26 Driven pulley Yamaha (Ridertua, 2021)

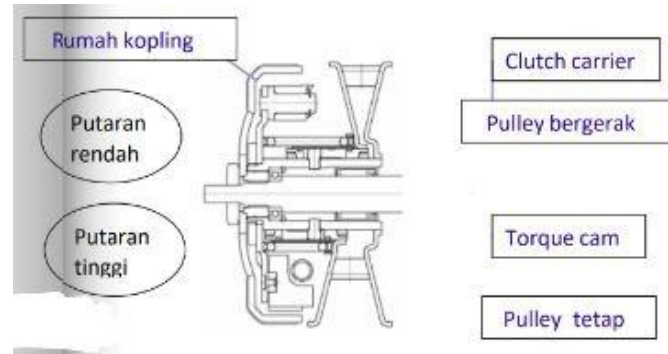


Gambar 2. 25 Bagian – bagian driven pulley (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 24 Bagan driven pulley (Marsudi, 2017)

Gambar kerja sistem CVT pada saat putaran rendah, *belt* pada posisi paling luar dapat dilihat (Gambar 2.28) bagian atas; sedang saat putaran tinggi, *belt* pada posisi paling dalam dapat dilihat pada (Gambar 2.28).



Gambar 2. 28 Gambar kerja *driven pulley* (Marsudi, 2017)

Terdiri dari piringan yang diam (*fixed sheave*), berlokasi pada *as primary drive gear* melalui *bearing* dan kopling sentrifugal (*clutch carrier*) terkopel pada bos di bagian *fixed sheave*. Piringan *pulley* yang dapat bergeser/*sliding sheave* menekan *V-belt* ke piringan yang diam (*F sheave*) melalui tekanan per. Rumah kopling terkopel menjadi satu dengan *as driver gear*. Pada saat putaran lambat, kopling sentrifugal terlepas dari rumah kopling sehingga putaran mesin tidak diteruskan ke roda belakang (Marsudi, 2017).

Pada *secondary pulley* juga terdapat beberapa komponen, yaitu :

1. *Secondary Fixed Sheave*

Secondary fixed sheave dipasang pada poros *primary drive gear* melalui *bearing* dan *clutch carrier* yang terpasang di *fixed sheave*. *Secondary fixed sheave* ini tidak memiliki sirip – sirip pendingin layaknya *primary fixed sheaves*.



Gambar 2. 29 Bagian - bagian *secondary fixed sheave* (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 30 *Secondary fixed sheave* (Marsudi, 2017)

2. *Secondary Sliding Sheave*

Secondary sliding sheave bagian dari *secondary pulley* yang berubah – ubah posisinya untuk mengatur diameter *secondary pulley*.



Gambar 2. 31 *Secondary sliding sheave* (Marsudi, 2017)

3. *Clutch Carrier*

Clutch carrier yaitu komponen *secondary pulley* yang memutuskan dan menghubungkan putaran dari mesin ke roda berdasarkan putaran. Makin tinggi putaran dari mesin, maka *clutch carrier* akan terhubung dengan *clutch housing*. Makin tinggi putaran mesin, maka tekanan *clutch carrier* dengan *clutch housing* makin besar (Marsudi, 2017).



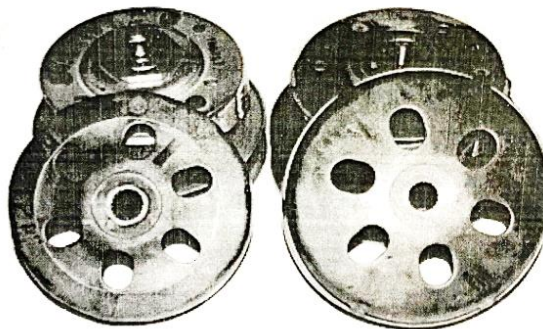
Gambar 2. 32 *Clutch carrier* (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 33 Kampas kopling (Marsudi, 2017)

4. *Clutch housing*

Clutch housing merupakan komponen yang terhubung langsung dengan poros input *final gear*. Jika *clutch carrier* mengembang dan menekan dinding *clutch housing*, maka putaran dari mesin akan diteruskan ke *final gear* dan roda (Marsudi, 2017).



Gambar 2. 34 *Clutch housing* (Marsudi, 2017)

5. *Spring*

Spring ini berfungsi untuk menekan *secondary pulley* agar diameter *secondary pulley* tetap dalam keadaan besar.

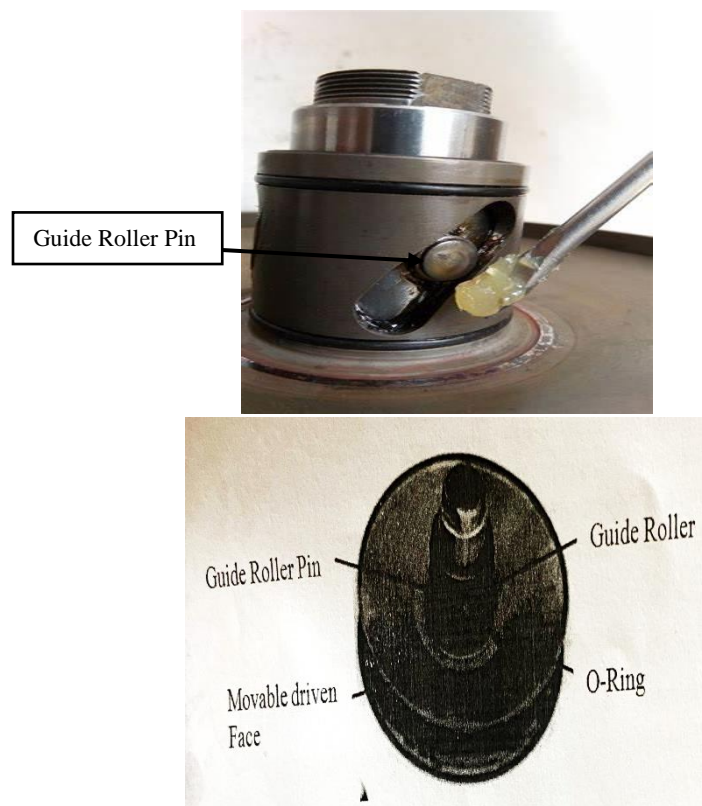


Gambar 2. 35 Pegas (*spring*) (Marsudi, 2017)

6. *Guide Roller/Torque Cam*

Pin *guide/torque cam* penambah torsi *cam* dapat disebut dengan nama sensor *torque*. Perangkat ini dapat membuat *sliding sheave*/piringan yang dapat bergeser secara otomatis bekerja jika torsi gaya putar yang besar diperlukan, misalnya pada kondisi mendaki atau penambahan kecepatan (Marsudi, 2017).

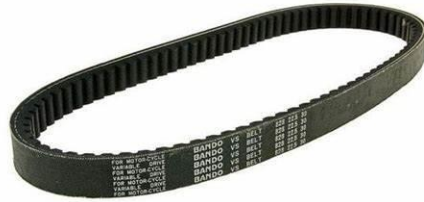
Pin *guide* ini berperan saat putaran beban. Putaran yang tinggi dan beban berat, maka pin *guide* ini akan mengunci posisi *secondary pulley* dan menjaga diameter *secondary pulley* tetap dalam diameter besar.



Gambar 2. 36 *Guide roller pin/torque cam* (Marsudi, 2017)

7. *V-belt*

V-belt merupakan penghubung dan penerus putaran dari *primary pulley* dan *secondary pulley*. *V-belt* ini dibuat dari bahan *kavlar* yang tahan gesek dan tahan panas. *V-belt* ini harus diperiksa secara berkala, dan apabila telah aus yang ditandai dengan retak – retak maka *V-belt* harus diganti dengan yang baru. Pada manual, *V-belt* diganti setiap 20.000 km (Marsudi, 2017).



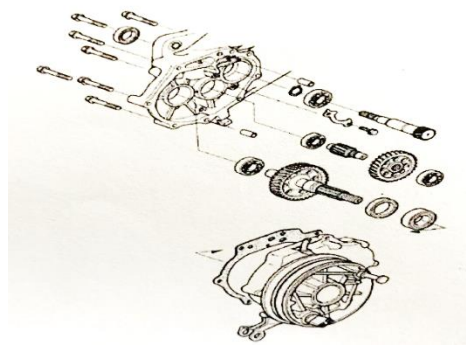
Gambar 2. 37 Sabuk (*V-belt*) (Marsudi, 2017)

8. *Final Gear/Reduction Gear*

Hampir semua kendaraan bermotor memerlukan *gear* reduksi (*reduction gear*). *Gear* reduksi berfungsi untuk mengurangi putaran mesin, meningkatkan tenaga, dan menstabilkan putaran. Pada motor matik menggunakan *gear* reduksi yang disebut *gearbox*. *Gearbox* (atau biasa disebut girbok) pada motor bertransmisi otomatis memiliki peran yang sangat penting. Pasalnya, komponen itulah yang memegang peran penting penggantian posisi gigi transmisi kecepatan sebuah sepeda motor matik (Marsudi, 2017).

Susunan *gear* reduksi dengan 2 tingkat reduksi:

1. *Primary drive gear shaft*
2. *Main axel*
3. *Drive axel*
4. *Drive axel gear*



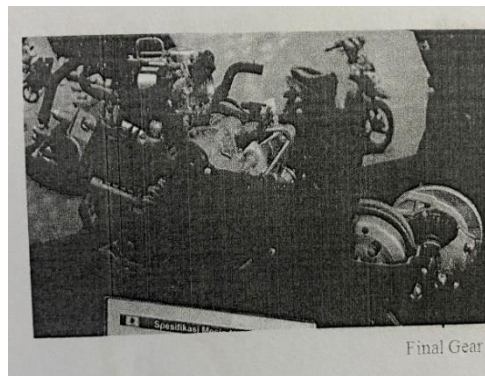
Gambar 2. 38 Bagian - bagian *finar gear* (*reduction gear*) (Marsudi, 2017)

Untuk menghasilkan total perbandingan putaran yang ideal antara poros engkol dan roda belakang, diperlukan *gear* reduksi dengan dua kali reduksi. Tipe pertama, yakni roda gigi miring (*helical gear*), untuk mengurangi *noise*. Adapun untuk *gear main axle* dan *gear drive axle* dengan tipe roda gigi lurus (*spur gear*).

Untuk *gear* reduksi ini menggunakan pelumasan yang ada di dalam *gearbox* yang terpisah dengan rumah *V-belt* dan rumah rem.

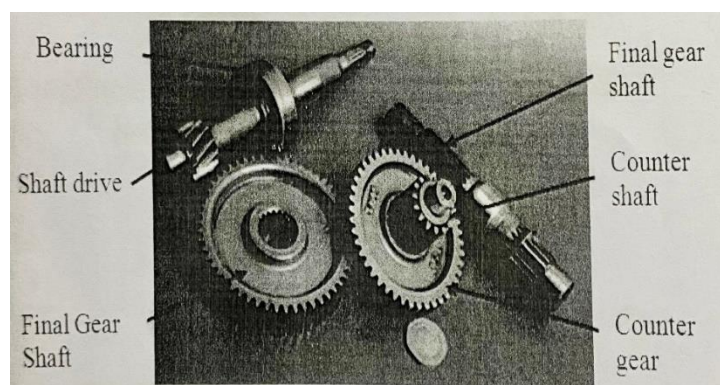


Gambar 2. 40 Susunan *final gear* /*reduction gear* (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 39 Letak *final gear* (Marsudi, 2017)

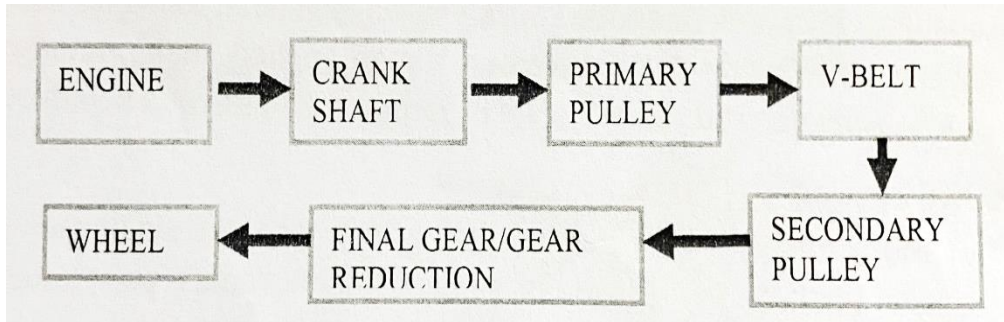
Final gear berfungsi untuk menaikkan torsi dan mereduksi putaran, sehingga torsi pada *final gear* akan dinaikkan kembali setelah torsi dinaikkan oleh perbandingan diameter *pulley*. Pada akhirnya dapat diperoleh torsi yang besar untuk menggerakkan kendaraan. *Gear* reduksi ditempatkan pada *gearbox* yang posisinya terpisah dari rumah CVT (Marsudi, 2017). Untuk mengurangi gesekan antara dua roda gigi pada *gear* reduksi, diperlukan pelumas (oli).



Gambar 2. 41 Bagian – bagian *final gear*/*reduction gear* (Marsudi, 2017)

2.6 Cara Kerja Sistem Penggerak CVT

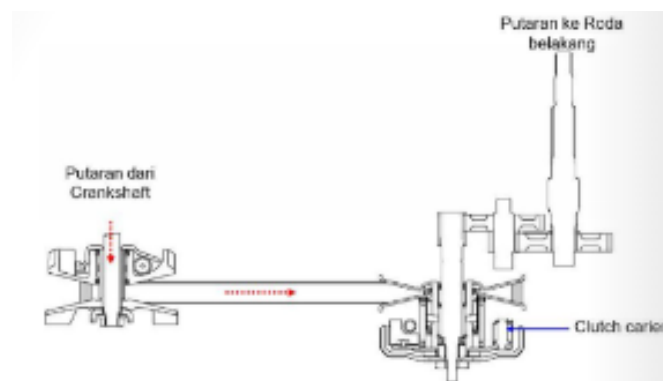
2.6.1 Skema Perpindahan Tenaga Pada Sistem CVT



Gambar 2. 42 Skema perpindahan tenaga pada sistem CVT (Marsudi, 2017)

2.6.2 Putaran *Idle*

Sistem CVT putaran *idle* bahwa *belt* pada *pulley primer* berada pada posisi paling dalam, sedang *belt* pada *pulley sekunder* pada posisi paling luar (Gambar 2. 44)



Gambar 2. 43 Gambar kerja sistem CVT pada putaran *idle* (Marsudi, 2017)



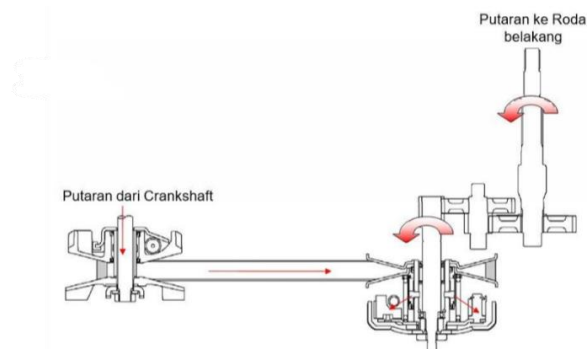
Gambar 2. 44 Sistem CVT pada putaran *idle* (Marsudi, 2017)

Pada putaran ini, motor sudah menyala tetapi roda belum berputar (Gambar 2. 43 Dan Gambar 2. 44). Pada saat ini, putaran mesin masih rendah, daya putar dan

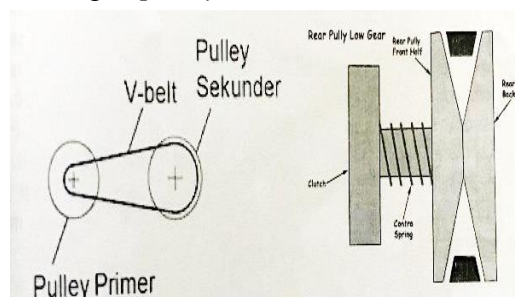
poros engkol diteruskan ke *primary pulley*. *V-belt*, *secondary pulley*, dan kopling sentrifugal. Gaya sentrifugal *clutch carrier* lebih kecil dari gaya per penarik. Tenaga putar belum mencukupi, maka kopling sentrifugal belum mengembang, sehingga sepatu (kanvas sentrifugal) juga belum mengembang dan tidak cukup tenaga menggerakkan rumah kopling disebabkan gaya tarik per pada kopling masih lebih kuat dari gaya sentrifugal, sehingga kopling sentrifugal tidak menyentuh rumah kopling, maka putaran hanya sampai di *clutch carrier* dan roda belakang tidak berputar. Alhasil, roda belum berputar (Marsudi, 2017).

2.6.3 Saat Mulai Berjalan

Keadaan CVT mulai berjalan, radius *belt pulley primer* pada keadaan radius paling dalam, sedangkan *belt pulley* sekunder pada keadaan radius paling luar. Gaya sentrifugal *clutch carrier* lebih kecil dari gaya per penarik (Gambar 2. 46).



Gambar 2. 47 Gambar bagan *pulley* sekunder saat mulai berjalan (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 46 Keadaan *pulley* sekunder saat mulai berjalan (Marsudi, 2017)

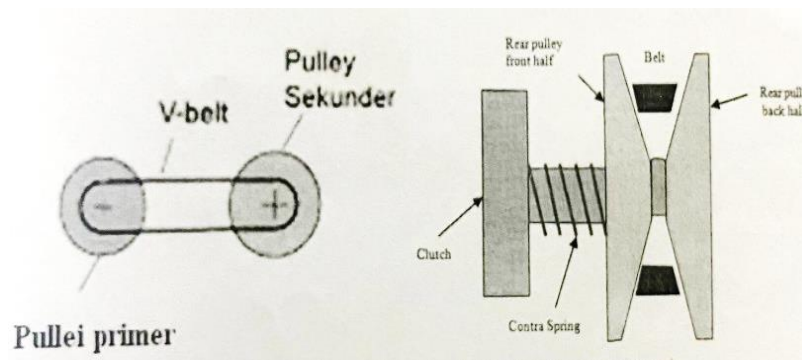


Gambar 2. 45 Gambar kerja *pulley* sekunder saat mulai berjalan (Marsudi, 2017)

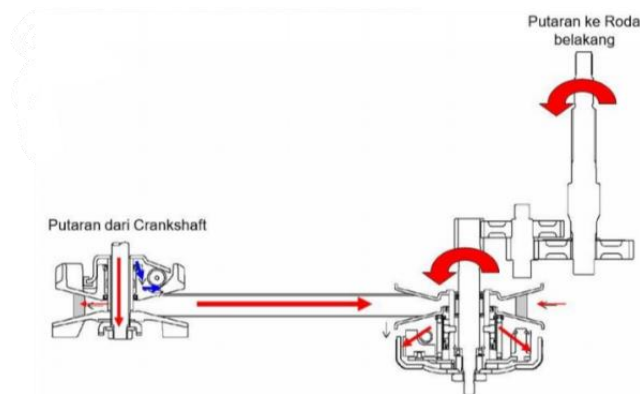
Pada saat putaran mesin bertambah kurang lebih 3.000 rpm, maka gaya sentrifugal bertambah kuat dibandingkan dengan tarikan per, sehingga mengakibatkan sepatu kopling mulai mengembang dan menyentuh rumah kopling sehingga mulai terjadi tenaga gesek. Kopling sentrifugal mulai mengembang dari putaran 2.550 ke 2.950 rpm. Kopling terkopel penuh pada putaran 4.700 ke 5.300 rpm. Dalam kondisi ini, *V-belt* di bagian *pulley* primer pada posisi diameter dalam (kecil) dan di bagian *pulley* sekunder pada posisi luar (besar) sehingga menghasilkan perbandingan putaran/torsi yang besar, menyebabkan roda belakang mulai berputar (Marsudi, 2017).

2.6.4 Putaran Menengah

Pada saat putaran mesin bertambah tinggi, putaran *pulley primer* bertambah sehingga pembera (*weight*) pada *pulley primer* mulai bergerak atau terlempar keluar karena gaya sentrifugal dan menekan *primary sliding sheave* (piringan *pulley* yang dapat bergeser) sistem *fixed sheave* (piringan *pulley* yang diam) dan menekan *V-belt* bergerak ke lingkaran luar. *Pulley primer* menyempit sehingga menjadikan diameter tapak *V-belt pulley primer* membesar dan menarik *pulley* sekunder ke diameter yang lebih kecil. Ini dimungkinkan karena panjang *V-belt*-nya tetap. Akhirnya, diameter *pulley primer* membesar dan diameter *pulley* sekunder mengecil, sehingga diameter *pulley* menjadi sama besar, dan pada akhirnya putaran dan kecepatan juga berubah dan bertambah cacat. Seperti gambar dibawah, diameter *V-belt* pada *pulley primer* dan sekunder sama besar (Marsudi, 2017).



Gambar 2. 48 Keadaan *pulley* sekunder saat putaran menengah (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 50 Gambar bagan *pulley* sekunder saat putaran menengah (Marsudi, 2017)

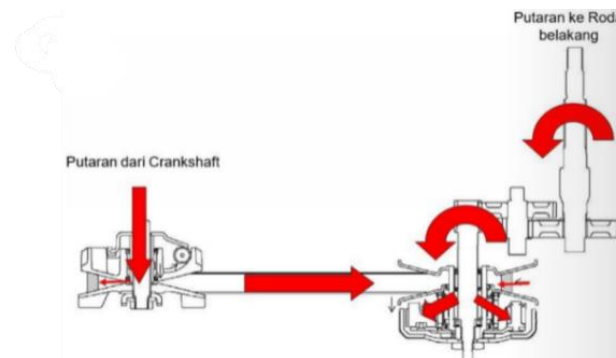


Gambar 2. 49 Gambar kerja *pulley* sekunder saat putaran menengah (Marsudi, 2017)

2.6.5 Putaran Tinggi

Putaran mesin lebih tinggi lagi dibandingkan putaran menengah, maka gaya keluar pusat dari pemberat makin bertambah, sehingga *pulley primer* menyempit makin menekan *V-belt* ke bagian sisi luar dari *pulley primer* (diameter membesar), *V-belt* berada pada diameter paling besar dan diameter *pulley* sekunder makin mengecil sampai berada pada diameter kecil. Selanjutnya akan menghasilkan perbandingan putaran yang makin tinggi (Marsudi, 2017).

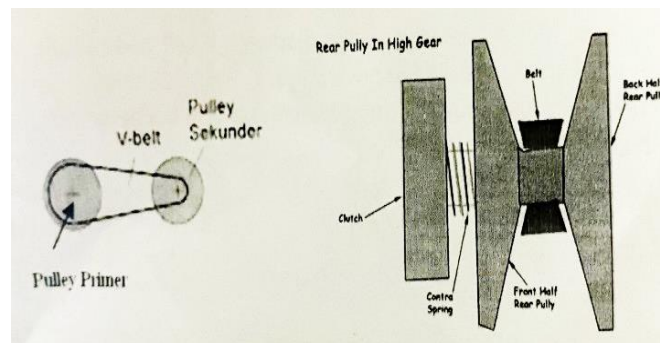
Jika *pulley* sekunder makin melebar, maka diameter *V-belt* pada *pulley* makin kecil, sehingga menghasilkan perbandingan putaran yang makin menigkat. Seperti gambar dibawah ini, diameter *V-belt* pada *pulley primer* lebih besar dan diameter *V-belt* pada *pulley* sekunder lebih kecil.



Gambar 2. 53 Gambar bagan *pulley* sekunder saat putaran tinggi (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 52 Gambar kerja *pulley* sekunder saat putaran tinggi (Marsudi, 2017)



Gambar 2. 51 Keadaan *pulley* sekunder saat putaran tinggi (Marsudi, 2017)

2.6.6 Pada Saat Putaran Beban

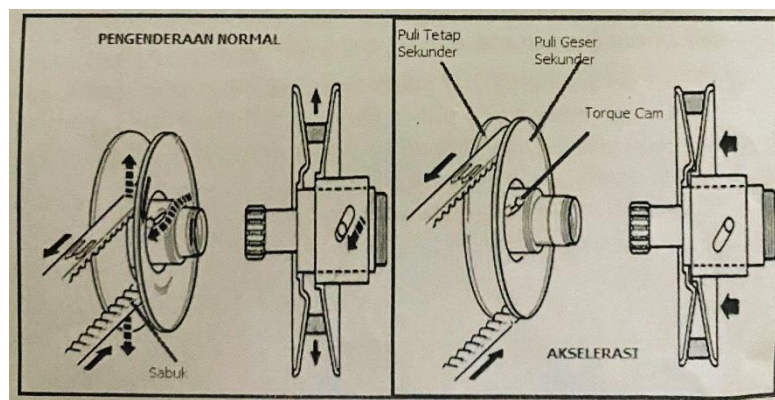
Pada saat mesin mendapat beban berat, berakselerasi dengan cepat atau saat berjalan menanjak, dibutuhkan torsi yang besar agar sepeda motor dapat terus melaju. Kondisi yang sering ditemui pada keadaan ini, sepeda motor sedang melaju dengan kecepatan rendah, padahal saat ini dibutuhkan torsi yang lebih besar.

Dalam hal ini, biasanya pengendara akan berusaha meningkatkan torsi yang dihasilkan mesin dengan cara membuka katup lebar – lebar agar putaran mesin naik dan menghasilkan torsi yang besar seperti *pulley* pada saat putaran besar.

Dalam hal ini, pada *pulley* sekunder terdiri atar alur yang dibuat pada *pulley* geser dan *nok/torque cam* yang ditanamkan pada *pulley* tetap.

Pada saat roda belakang memperoleh tahanan jalan yang besar yang diakibatkan karena sedang membawa beban berat, berakselerasi dengan cepat atau saat menempuh jalan mendaki, akan terjadi tarikan yang kuat oleh sabuk pada bagian *pulley* sekunder. Hal ini terjadi sebagai akibat perlawanan antara tahanan jalan dengan tegangan *V-belt* saat putaran mesin dinaikkan (Marsudi, 2017).

Alur pada *pulley* geser tersebut memaksa *pulley* bergeser ke arah penyempitan *pulley* sekunder. Dengan demikian, diameter *pulley* sekunder akan tetap membesar, dan *pulley primer* akan tetap pada diameter kecil meskipun gaya sentrifugal yang diterima oleh *roller* pemberat sangat tinggi pada saat putaran mesin dinaikkan. Dengan demikian, pada kondisi CVT akan dipaksa pada rasio terbesar, agar memperoleh perbandingan putaran yang ringan dan torsi yang besar.



Gambar 2. 54 *Pulley* sekunder pada saat putaran beban (Marsudi, 2017)

Jadi, CVT *transmission* merupakan salah satu jenis transmisi yang mengutamakan kenyamanan tanpa harus menurunkan tenaga mesin. CVT bekerja berdasarkan gaya sentrifugal yang dihasilkan pada putaran mesin. CVT mempunyai perbandingan diameter *pulley* yang dapat berubah – ubah sehingga torsi yang dihasilkan sesuai dengan kondisi jalan dan perubahan torsi terasa lembut (Marsudi, 2017).

Pada saat putaran *idle*, CVT memutuskan putaran dari mesin secara otomatis melalui *clutch carrier*. Putaran tidak diteruskan ke *final gear* karena putaran yang masih rendah belum mampu untuk mengembangkan kopling sentrifugal.

Pada saat putaran rendah, putaran dapat diteruskan ke *final gear* karena putaran dari mesin dapat mengembangkan kopling sentrifugal. Pada saat putaran menengah, putaran diteruskan ke roda. Diameter *pulley* sama besar sehingga putaran mesin dan putaran roda sama. Hal ini ditujukan untuk efisiensi bahan bakar dan menurunkan torsi saat putaran menengah hanya untuk mempertahankan kecepatan. Pada saat putaran tinggi, putaran yang diteruskan ke roda dengan torsi yang kecil. Pada putaran tinggi, torsi yang dibutuhkan untuk mempertahankan kecepatan roda saja. Oleh karena itu, pada putaran tinggi, torsi dibuat kecil, bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar. Pada saat putaran tinggi, diameter *primary pulley* lebih besar daripada diameter *secondary pulley*, sehingga putaran akan sama besar dengan putaran mesin dan penggunaan bahan bakar akan lebih efisien dan torsi dapat diminimalkan (Marsudi, 2017).

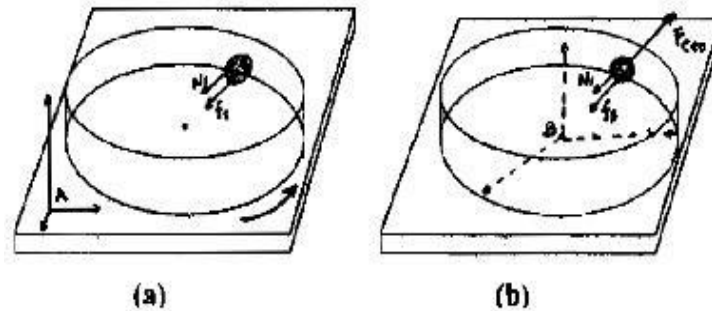
2.7 Gaya Sentrifugal

Abdullah, 2016. Mengatakan ketika bergerak melingkar benda melakukan gaya keluar yang dikenal dengan gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal adalah gaya yang arahnya menjauhi pusat. Dalam kasus gerak melingkar beraturan, gaya sentrifugal didefinisikan sebagai negatif dari hasil kali massa benda dengan percepatan sentripetalnya. Artinya gaya sentripetal dan gaya sentrifugal mempunyai besar yang sama, akan tetapi arahnya berbeda.

Menurut Sutopo, 1997. Gaya sentrifugal adalah gaya yang arahnya menjauhi pusat sedangkan gaya sentripetal adalah gaya yang arahnya menuju pusat. Gaya sentrifugal hanya ada jika kita bekerja pada kerangka noninersial (tepatnya kerangka berputar). Jika kita berada di kerangka inersial (misalnya kerangka yang diam terhadap pusat kerangka berputar maka gaya sentrifugal tadi hilang).

Gaya sentrifugal ialah sebuah gaya yang timbul akibat adanya gesekan sebuah benda atau partikel melalui lintasan lengkung atau melingkar. Semakin besar massa dan kecepatan suatu benda maka gaya sentrifugal yang dihasilkan akan semakin

besar (Mohamad Yamin, 2011)



Gambar 2. 55 Ilustrasi Gaya Sentrifugal (a) kerangka yang diam,
(b) kerangka yang bergerak
(Sutopo, 1997)

2.8 Bahan Bakar

Menurut Unit Pelaksana Teknis Pelatihan Kerja Mojokerto, 2009. Jenis bahan bakar menurut bentuknya dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu bahan bakar padat yang terdiri dari batu bara, arang, dan kayu, bahan bakar cair terdiri dari bensin, minyak solar, dan minyak mentah, bahan bakar gas yaitu elpiji. Pada kendaraan-kendaraan yang ada di jalan, umumnya memakai bahan bakar cair yaitu bensin atau minyak solar. Hal ini dikarenakan bensin dan minyak solar merupakan bahan bakar yang efektif dalam penggunaannya, karena mempunyai beberapa kelebihan antara lain:

- a. Relatif Ringan
- b. Efisien untuk menghasilkan panas
- c. Sisa pembakaran sedikit dan tidak merusak mesin
- d. Cara penyimpanannya mudah

Bahan bakar bensin merupakan persenyawaan hidrokarbon yang terdiri dari hidrogen dan atom karbon. Bensin didapat dari hasil dan proses destilasi minyak bumi menjadi fraksi-fraksi diinginkan. Jangkauan titik didih senyawa antara $40^{\circ}C$ sampai $220^{\circ}C$ yang terdiri dari senyawa karbon C_5 sampai C_{12} . Bensin tersebut berasal dan berbagai jenis minyak mentah yang diolah melalui proses berbeda-beda baik secara destilasi langsung maupun dan hasil perengkahan, reformasi, alkilasi dan isomerisasi.

Hal itu sependapat dengan Jama, 2008. Yang menyatakan bahwa “bahan bakar mesin merupakan persenyawaan Hidro-karbon yang terdiri dari hidrogen dan atom karbon diolah dari minyak bumi.” Mesin bensin dipakai bensin dan untuk mesin diesel disebut minyak diesel. Premium adalah bensin dengan mutu yang diperbaiki. Bahan bakar yang umum digunakan pada sepeda motor adalah bensin. Unsur utama bensin adalah *carbon* (C) dan *hydrogen* (H).

Bensin terdiri dari *octane* ($C_8 H_{18}$) dan *nephtane* ($C_7 H_{16}$). Pemilihan bensin sebagai bahan bakar berdasarkan pertimbangan dua kualitas yaitu nilai kalor (*caloric value*) yang merupakan sejumlah energi panas yang bisa digunakan untuk menghasilkan kerja/usaha dan *volatolity* yang mengukur seberapa mudah bensin akan menguap pada suhu rendah, Dua hal tadi perlu dipertimbangkan karena semakin naik nilai kalor, *volatolity* akan turun, padahal *volatolity* yang rendah dapat menyebabkan bensin susah terbakar.

Angka oktan digunakan untuk membedakan jenis bensin yang sebenarnya hanya angka perbandingan yang menunjukkan sifat ketahanan suatu bensin terhadap timbulnya suara menggelitik pada bensin. Jadi jenis suatu mesin dibandingkan bahan bakarnya, yang ketahanannya jelek terhadap detonasi. Menurut Bugis, 2009. *Air Fuel Ratio* (AFR) adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran di dalam ruang bakar, merupakan komposisi campuran bensin dan udara.

Idealnya AFR bernilai 14,7. Artinya campuran terdiri dari 1 massa bensin berbanding 14,7 massa udara. Namun pada prakteknya, perbandingan campuran optimum tersebut tidak bisa diterapkan terus menerus pada setiap keadaan operasional, contohnya pada saat putaran *idel* (lambat) dan beban penuh kendaraan mengkonsumsi campuran udara bensin yang gemuk, sedangkan dalam keadaan lain pemakaian campuran udara bensin bisa mendekati yang ideal. Dikatakan campuran miskin jika didalam campuran bensin dan udara tersebut terdapat lebih dari 14,7 prosentase udara. Sedangkan jika kurang dari angka tersebut disebut campuran kaya/ gemuk.

2.9 Performa Mesin

Performa mesin ditunjukkan oleh daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik (Heywood, 1988). Menurut Kristanto, 2015. “torsi dan daya adalah ukuran yang menggambarkan output kinerja dari motor pembakaran dalam.” Jadi jika ingin menghitung seberapa besar tenaga yang ingin dihasilkan oleh sebuah kendaraan maka yang perlu dihitung adalah torsi dan daya yang dihasilkan oleh kendaraan tersebut.”

2.9.1 Torsi

Torsi adalah gaya putar yang diterapkan untuk poros engkol, jadi torsi menyatakan kemampuan motor untuk melakukan kerja (Kristanto, 2015).

Sedangkan menurut Raharjo dan Karnowo, 2008. ”torsi adalah ukuran kemampuan suatu mesin untuk melakukan suatu kerja.” Jadi torsi adalah suatu ukuran untuk menghitung kemampuan suatu mesin. Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (Newton meter). Persamaan torsi adalah sebagai berikut:

$$M = F \times L \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- M = Torsi (N.m)
- F = Gaya yang bekerja pada piston (N)
- L = ½ langkah piston (m)

Gaya yang bekerja pada piston dapat dihitung dengan persamaan momen torsi yaitu $M = F \times L$. Data yang diketahui pada setiap motor standar hanya torsi dan langkah piston. Maka gaya yang bekerja adalah:

$$F = \frac{M}{L} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- M = Torsi (N.m)
- F = Gaya yang bekerja pada piston (N)
- L = ½ langkah piston (m)

Menghitung gaya yang bekerja pada piston (Hukum Newton), dapat juga dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F = P \times a \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- F = Gaya yang bekerja pada piston (N)
- P = Tekanan (pascal atau N.m)

a = Luas piston (m^2)

2.9.2 Daya

Menurut Hidayat, 2012. “daya yang dihasilkan motor dapat dibedakan menjadi dua yaitu daya indikator dan daya efektif”. Menurut Raharjo dan Karnowo, 2008. “daya indikator adalah merupakan sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin.” Sedangkan daya usaha atau daya efektif adalah daya yang berguna sebagai penggerak atau daya poros kendaraan itu sendiri (Hidayat, 2012).

Kaisan dan Pam, 2013. Menjelaskan bahwa “Torsi adalah kemampuan mesin untuk melakukan pekerjaan, sedangkan daya adalah kecepatan dari pekerjaan ini.” Daya biasanya dihitung menggunakan satuan HP (*Horse Power*) dengan rumus sebagai berikut:

$$N_e = T \times \omega \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

- N_e = Daya poros Nm/s (Watt)
- T = Torsi (N.m)
- ω = Kecepatan sudut putar (rpm)

Sedangkan menurut Majedi dan Puspitasari, 2017. Menghitung daya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_i = \frac{P \times L \times a \times n}{2} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

- P_i = Daya motor (Watt)
- P = Tekanan motor (pascal)
- a = Luas permukaan piston (m^2)
- L = Langkah piston ($m \times 10^{-3}$)
- N = Putaran kerja (Rpm)

Sedangkan untuk menghitung tekanan pada ruang bakar dapat menggunakan persamaan berikut setelah diketahui gaya yang bekerja pada piston.

$$P = \frac{F}{a} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

- P = Tekanan (pascal atau N/m^2)
- F = Gaya yang bekerja pada piston (N)
- a = Luas piston (m^2)

2.9.3 Konsumsi Bahan Bakar

“Konsumsi bahan bakar adalah jumlah bahan bakar yang digunakan dalam satuan waktu tertentu untuk menghasilkan tenaga mekanis” (Muku dan Sukadana, 2009). Menurut Muku dan Sukadana, 2009. Laju pemakaian bahan bakar tiap detik dapat ditentukan dengan rumus:

$$mf = Mb / t \text{ [kg/detik]} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

- mf = Konsumsi bahan bakar (kg/jam)
- Mb = Massa bahan bakar (kg)
- t = Waktu (s)

Sedangkan untuk massa bahan bakar dihitung dengan rumus:

$$Mb = Vb \cdot \rho_b / 1000 \text{ [kg]} \dots\dots\dots (8)$$

Untuk bensin, dimana V_b adalah volume bahan bakar dalam ml dan (ρ_b) adalah massa jenis bahan bakar bensin 0,986 kg/lit. Menurut Kaisan dan Pam, 2013. “Tingkat konsumsi bahan bakar adalah produk laju aliran volume bahan bakar dan kepadatan bahan bakar.” Persamaan kepadatan bahan bakar adalah sebagai berikut:

$$mf = \frac{v}{t} pf \dots\dots\dots (9)$$

Dimana:

- mf = Konsumsi bahan bakar (kg/jam)
- v = Volume konsumsi bahan bakar (ml)
- t = Waktu yang dibutuhkan untuk konsumsi (s)
- pf = Massa jenis bahan bakar (gr/cm^3)

Sedangkan menurut Heywood, 1988. Dalam pengujian mesin, konsumsi bahan bakar diukur sebagai laju aliran massa jenis bahan bakar per satuan waktu ($m f$). Ukuran bagaimana motor menggunakan bahan bakar yang tersedia secara efisien untuk menghasilkan kerja atau yang disebut dengan konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) yang dinyatakan sebagai laju aliran massa bahan bakar per satuan keluaran daya.

$$sfc = \frac{mf}{p} \dots\dots\dots (10)$$

$$mf = \frac{Bb}{t} pbb \times 3,6 \dots\dots\dots (11)$$

Dimana:

sfc	= Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kW jam)
mf	= Laju aliran bahan bakar (kg/jam)
P	= Daya (kW)
Bb	= Konsumsi bahan bakar (ml)
t	= Waktu (detik)
pbb	= Massa jenis bahan bakar (gr/cm^3)

2.10 Fuel Flow Meter

Fuel Flow Meter adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengetahui atau menganalisis pemakaian bahan bakar pada sebuah perangkat tenaga listrik, seperti genset. Alat ini juga berguna untuk melihat bagaimana performa mesin dan mengetahui pengaturan pompa *injection* dan *dampner* (kutub udara). *Totalizer* yang ditampilkan pada mesin dapat digunakan sebagai acuan menghitung jumlah atau volume bahan bakar yang dibutuhkan secara akurat. Pengukuran tersebut didasarkan pada jumlah/volume bahan bakar per jam penggunaan. Dari data pengukuran inilah. Menurut Daryanto, 2003. Dinamometer digunakan untuk mengukur tenaga poros motor dengan tepat motor tersebut harus diuji dalam sebuah dinamometer, kecepatan motor diukur dengan pengukur kecepatan dan momennya ditentukan dengan sebuah rem. Menurut Raharjo dan Karnowo, 2008. “prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0 rpm, beban ini nilainya adalah sama dengan torsi poros.”