

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip Kerja Mekanisme CVT

CVT (*Continuously Variable Transmission*) merupakan jenis transmisi otomatis yang memungkinkan kendaraan beroperasi dengan perubahan rasio gigi yang terus-menerus, berbeda dari transmisi konvensional yang memiliki sejumlah rasio gigi tetap. Prinsip dasar CVT pertama kali dikembangkan pada abad ke-15 oleh Leonardo da Vinci, yang merancang konsep transmisi dengan perubahan gigi variabel. Namun, teknologi ini baru mulai diterapkan dalam industri otomotif pada pertengahan abad ke-20. Salah satu penerapan awal CVT dalam kendaraan modern dilakukan oleh perusahaan DAF, produsen mobil asal Belanda, yang menggunakan CVT pada kendaraan mereka di akhir 1950-an. Setiawan et al. (2022) meneliti pengaruh pegas kopling terhadap daya dan torsi pada sepeda motor Sonic 150 cc dan menemukan korelasi positif antara keduanya



Gambar 2.1 tampak terbuka dari konstruksi transmisi cvt

Sumber: www.pagaralampos.bacakoran.co

CVT bekerja dengan menggunakan dua *pulley* utama yang dihubungkan oleh sabuk *V-belt* elastis. Kedua *pulley* ini adalah:

1. *Drive Pulley*: Terletak di sisi mesin dan berfungsi sebagai penggerak utama.

2. *Driven Pulley*: Terletak di sisi roda belakang dan berfungsi untuk mengubah tenaga mesin menjadi tenaga penggerak roda.

Kedua *pulley* terdiri dari dua kerucut yang bisa bergerak mendekat atau menjauh satu sama lain, sehingga mengubah diameter efektif *pulley* dan secara otomatis menyesuaikan rasio gigi. Saat kendaraan berakselerasi, *drive pulley* akan memperbesar diameter efektifnya, menyebabkan sabuk bergerak lebih tinggi pada *drive pulley* dan lebih rendah pada *driven pulley*. Hal ini menghasilkan rasio gigi yang lebih tinggi untuk akselerasi cepat.

Keunggulan CVT memiliki beberapa keunggulan utama yang membuatnya populer, terutama pada sepeda motor dan kendaraan kecil. Keunggulan tersebut antara lain:

1. Perubahan Gigi yang Halus: Dengan CVT, tidak ada jeda atau hentakan saat berpindah gigi, karena sistem ini memungkinkan perubahan rasio gigi secara terus-menerus. Ini memberikan pengalaman berkendara yang lebih halus dan nyaman.
2. Efisiensi Bahan Bakar: CVT dapat menyesuaikan rasio gigi secara otomatis sehingga mesin dapat bekerja pada putaran yang paling efisien. Ini membantu meningkatkan efisiensi bahan bakar, terutama pada kondisi lalu lintas perkotaan yang padat dan sering membutuhkan akselerasi dan deselerasi (Widodo, 2020; Setiawan, 2018).
3. Kenyamanan Berkendara: Pengemudi tidak perlu memindahkan gigi secara manual, yang mengurangi kelelahan dan meningkatkan kenyamanan, terutama dalam perjalanan jarak jauh atau situasi lalu lintas padat.

Walaupun CVT memiliki beberapa keunggulan, sistem ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Keterbatasan pada Tenaga Tinggi: CVT kurang cocok untuk kendaraan dengan tenaga besar atau kecepatan tinggi karena desainnya yang lebih cocok untuk beban dan putaran menengah hingga rendah. Pada kendaraan dengan *output* tenaga tinggi, CVT bisa mengalami penurunan daya tahan.
2. Komponen yang Lebih Cepat Aus: Karena CVT menggunakan sabuk atau *V-belt* yang bergerak secara konstan antara dua *pulley*, komponen ini cenderung lebih cepat aus dibandingkan dengan transmisi manual atau otomatis konvensional yang menggunakan roda gigi (Anshori, 2022; Astara Honda Motor, 2012).

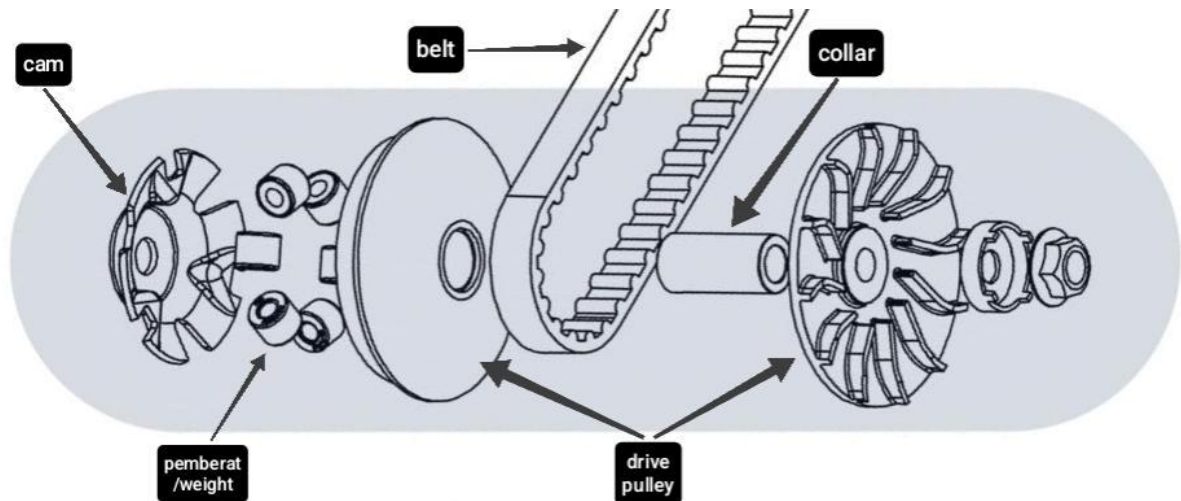
3. Biaya Perawatan yang Lebih Mahal: CVT membutuhkan perawatan lebih cermat karena adanya komponen yang rentan aus dan membutuhkan penggantian secara berkala, seperti *V-belt* dan pegas pada *pulley*.

CVT kini banyak diterapkan dalam berbagai kendaraan modern, terutama pada sepeda motor matik dan mobil kecil. Sepeda motor matik seperti Honda Vario, Yamaha Nmax, dan Suzuki Spin memanfaatkan CVT untuk meningkatkan kenyamanan berkendara. Selain itu, beberapa mobil kompak juga menggunakan CVT karena efisiensinya dalam konsumsi bahan bakar (Widodo, 2020). Kendaraan listrik dan hibrida juga mulai memanfaatkan CVT, karena kelebihan sistem ini dalam menjaga performa kendaraan dengan efisiensi energi yang lebih tinggi (Setiawan, 2018).

Dalam penelitian ini, CVT akan diuji untuk melihat pengaruh variasi kekakuan pegas pada *driven pulley* dan performa kopling sentrifugal terhadap performa kendaraan roda dua. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan tentang cara mengoptimalkan komponen CVT untuk meningkatkan performa kendaraan, baik dari segi akselerasi, torsi, maupun efisiensi bahan bakar, dengan aplikasi praktis dalam modifikasi sepeda motor.

2.2 Komponen Utama dalam Sistem CVT

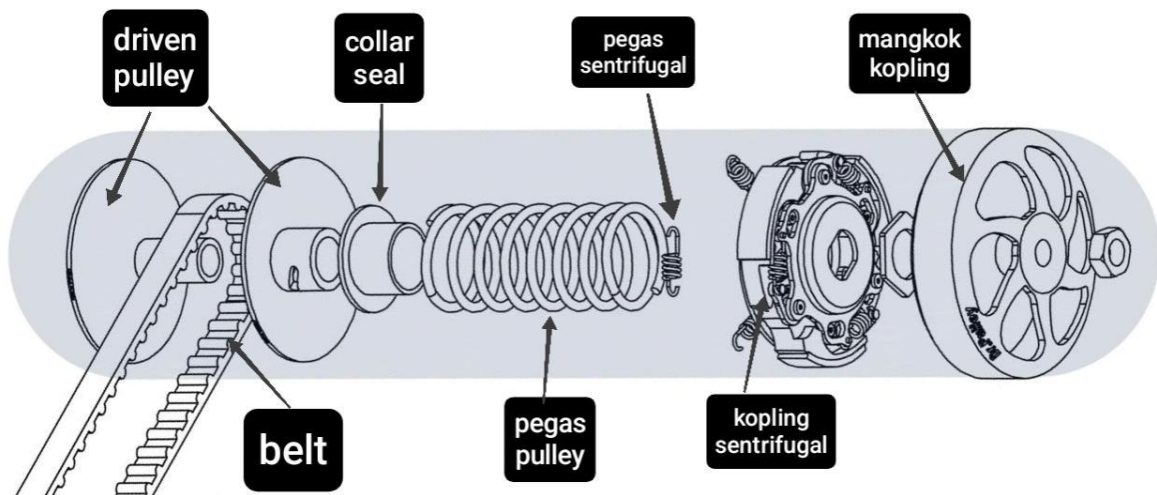
Sistem CVT pada sepeda motor atau kendaraan lain umumnya terbagi menjadi tiga komponen utama, yaitu *driver pulley* (*pulley* penggerak), *belt* (sabuk penghubung), dan *driven pulley* (*pulley* yang digerakkan).



Gambar 2.2 Drive Pulley Set

sumber: (2022) <https://drpulley.co/cvt-acceleration-curves/>

Drive pulley adalah komponen yang terhubung langsung dengan mesin kendaraan. Fungsi utamanya adalah menerima putaran mesin dan mengubahnya menjadi gerakan yang diteruskan melalui sabuk ke *driven pulley*. *Driver pulley* terdiri dari dua bagian berbentuk kerucut yang dapat bergerak mendekat atau menjauh satu sama lain untuk mengubah diameter efektif *pulley*.



Gambar 2.3 Driven Pulley Set

sumber: (2022) <https://drpulley.co/cvt-acceleration-curves/>

Saat kendaraan mulai berakselerasi, putaran mesin meningkatkan gaya sentrifugal pada *driver pulley*. Gaya ini menyebabkan dua bagian kerucut pada *driver pulley* bergerak mendekat, yang memperbesar diameter efektif *pulley*. Saat diameter *driver pulley* meningkat, sabuk akan

bergerak lebih tinggi pada *driver pulley* dan lebih rendah pada *driven pulley*, sehingga rasio gigi meningkat untuk mendukung akselerasi.

Belt atau sabuk *V-belt* adalah penghubung antara *driver pulley* dan *driven pulley*. Sabuk ini memiliki peran penting dalam mentransfer tenaga dari mesin ke roda. Sabuk yang digunakan biasanya terbuat dari bahan karet atau material elastis lain yang kuat untuk menahan gaya gesek tinggi serta tahan panas.

Belt akan bergerak naik dan turun di antara *driver pulley* dan *driven pulley*, tergantung pada perubahan diameter kedua *pulley* tersebut. Saat *driver pulley* memiliki diameter efektif lebih besar, *belt* akan bergerak lebih tinggi di *driver pulley* dan lebih rendah di *driven pulley*. Sebaliknya, ketika diameter *driver pulley* mengecil, *belt* akan turun di *driver pulley* dan naik di *driven pulley*, memungkinkan penyesuaian rasio transmisi tanpa hentakan.

Driven pulley adalah komponen yang terhubung langsung dengan roda kendaraan. *Driven pulley* menerima tenaga dari *driver pulley* melalui *belt* dan menyalurkannya ke roda. Mirip dengan *driver pulley*, *driven pulley* juga terdiri dari dua bagian berbentuk kerucut yang dapat bergerak mendekat atau menjauh, yang menentukan diameter efektifnya.

Saat *driver pulley* memperbesar diameternya untuk meningkatkan rasio gigi, *driven pulley* akan menyesuaikan dengan memperkecil diameternya, menghasilkan rasio gigi yang lebih tinggi dan memungkinkan kendaraan untuk berakselerasi. Sebaliknya, saat kendaraan melambat atau membutuhkan torsi lebih tinggi, diameter *driven pulley* akan membesar, memberikan rasio gigi lebih rendah yang meningkatkan torsi untuk akselerasi awal atau membantu kendaraan menanjak.

2.2 Pengaruh Kekakuan Pegas *Driven Pulley* dan Pegas Kopling Sentrifugal

Dalam sistem transmisi CVT, pegas *driven pulley* dan pegas kopling sentrifugal memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja kendaraan, terutama dalam hal akselerasi, torsi, dan efisiensi bahan bakar. Pegas *driven pulley* berfungsi mengatur kekakuan atau resistansi pada *pulley* sekunder terhadap perubahan diameter, yang menentukan rasio transmisi selama berkendara. Saat putaran mesin meningkat, gaya dari pegas *driven pulley* menentukan seberapa cepat *pulley* sekunder menyesuaikan diameternya. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kekakuan pegas dapat memperbesar rasio gigi pada putaran rendah, meningkatkan akselerasi

awal, tetapi cenderung membatasi kecepatan maksimum pada putaran tinggi karena respons penyesuaian diameter yang lebih lambat (Khoerul et al., 2021; Permana et al., 2020).



Gambar 2.4 spesimen pegas *pulley* dengan kelakuan 1000rpm, 1500rpm, 2000rpm

Di sisi lain, pegas kopling sentrifugal berfungsi menghubungkan tenaga mesin ke roda melalui transmisi pada kecepatan tertentu. Kopling ini umumnya dibuat dari bahan baja atau campuran logam dengan kekuatan dan daya tahan aus yang tinggi, karena bekerja dengan menekan komponen kopling untuk menyalurkan tenaga dari mesin ke roda belakang. Saat putaran mesin mencapai titik tertentu, gaya sentrifugal yang dihasilkan akan mengatasi kekakuan pegas kopling, sehingga kopling mengikat dan menghubungkan mesin dengan roda belakang. Jika kekakuan pegas ditingkatkan, sistem baru terhubung pada rpm lebih tinggi, memberikan akselerasi lebih kuat tetapi mengurangi kenyamanan berkendara di kondisi *stop-and-go*. Studi eksperimental di ITS (2019) mendukung bahwa kekakuan pegas kopling yang lebih tinggi menghasilkan torsi lebih besar pada rpm tinggi, tetapi akselerasi awal membutuhkan rpm lebih tinggi, yang kurang nyaman untuk penggunaan sehari-hari.

Dari hipotesis penelitian, diharapkan bahwa perubahan variabel kekakuan pegas *driven pulley* dan kopling sentrifugal akan memengaruhi performa kendaraan secara berbeda. Jika kekakuan pegas *driven pulley* lebih tinggi, akselerasi awal akan meningkat karena rasio gigi akan lebih tinggi pada putaran rendah, cocok untuk balap atau medan yang memerlukan torsi tinggi.

Sebaliknya, untuk pegas kopling sentrifugal, peningkatan kekakuan akan menyebabkan transmisi baru terhubung pada putaran mesin lebih tinggi, menghasilkan akselerasi yang lebih kuat namun dapat mengorbankan kenyamanan berkendara dalam kondisi *stop-and-go*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kombinasi kekakuan yang optimal, yang dapat memberikan akselerasi cepat tanpa mengurangi kenyamanan atau efisiensi kendaraan, terutama dalam konteks penggunaan harian dan balap.

kombinasi optimal antara kekakuan pegas *driven pulley* dan kopling sentrifugal perlu ditentukan untuk mencapai akselerasi yang responsif tanpa mengorbankan kenyamanan atau efisiensi bahan bakar. Pemilihan nilai konstanta pegas dan *roller* pada CVT dapat disesuaikan dengan kebutuhan medan seperti balap atau penggunaan harian (Permana et al., 2020; Khoerul et al., 2021).