

ANALISIS RE-MAPPING ECU DAN VARIASI PEGAS CVT TERHADAP PERFORMA MESIN MATIC 4 TAK 110 CC

Ajib Afindala¹, Bayu Ariwibowo², Nurul Burhan³

¹Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
E-mail: ajiebafindala@gmail.com

²Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
E-mail: bayuariwibowo778@gmail.com

³PJJ Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
E-mail: nurulburhan104@gmail.com

ABSTRAK

Berkembangnya teknologi di dunia otomotif yang sangat pesat, hal ini mendorong manusia untuk berpindah ke kendaraan menggunakan sistem EFI yang mempunyai campuran bahan bakar yang irit dan performa yang lebih optimal, serta menghasilkan emisi gas buang yang rendah. Pada sistem EFI pada pabrik dinilai kurang menghasilkan daya yang kurang maksimal, maka dari itu perlu dilakukan *re-mapping* ECU pada kendaraan sistem EFI, agar mampu menaikkan performa di banding setelan pabrik. Penggunaan pegas CVT yang tepat juga akan mempengaruhi performa yang dihasilkan oleh mesin kendaraan. Hasil penelitian: (1) Penggunaan ECU *remapping* dan pegas CVT *racing* menghasilkan torsi tertinggi pada *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm torsi naik 15% di 4000 rpm dan 16% di 7000 rpm, (2) Daya tertinggi pada *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm menggunakan pegas *racing* naik 13% di 4000 rpm dan 16% di 7000 rpm, (3) *Specific fuel consumption* terbaik setelah di lakukan *remapping* mencapai 19% pada 4000 rpm dan 6% di 7000 rpm saat *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm, (4) Terdapat perubahan emisi gas buang setelah *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm CO meningkat 32%, HC menurun 19%, CO₂ naik 3%, dan O₂ tetap. Lalu *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm CO meningkat 91%, HC naik 42%, CO₂ turun 2%, dan O₂ tetap. Dan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° dan *limiter* 11000 rpm CO meningkat 5%, HC meningkat 6%, CO₂ dan O₂ sama dengan ECU standar.

Kata Kunci: ECU remapping, Pegas CVT, Debit Bahan Bakar, Performa Mesin

ABSTRACT

The rapid development of technology in the automotive world has encouraged people to switch to vehicles using the EFI system, which have an efficient fuel mix and more optimal performance, and produce low exhaust emissions. The EFI system at the factory is considered to produce less than optimal power, therefore it is necessary to re-mapping the ECU on EFI system vehicles, so that it can increase performance compared to factory settings. Using the right CVT spring will also affect the performance produced by the vehicle engine. The results of the study: (1) The use of ECU remapping and CVT racing springs produces the highest torque at fuel mapping 5% ignition angle 2° and torque limiter 11000 rpm increases 15% at 4000 rpm and 16% at 7000 rpm, (2) The highest power at fuel mapping 5% ignition angle 2° and 11000 rpm limiter using racing springs increased 13% at 4000 rpm and 16% at 7000 rpm, (3) The best specific fuel consumption after remapping reached 19% at 4000 rpm and 6% at 7000 rpm when fuel mapping 5% ignition angle 2° and limiter 11000 rpm, (4) There is a change in exhaust emissions after fuel mapping 3% ignition angle 1° and limiter 11000 rpm CO increases 32%, HC decreases 19%, CO₂ up 3%, and O₂ remains the same. Then fuel mapping 5% ignition angle 2° and limiter 11000 rpm CO increased 91%, HC increased 42%, CO₂ decreased 2%, and O₂ remained. And fuel mapping 10% ignition angle 3° and limiter 11000 rpm CO increased 5%, HC increased 6%, CO₂ and O₂ the same as standard ECU

Keywords: ECU remapping, CVT Springs, Fuel Discharge, Engine Performance

PENDAHULUAN

Pada saat ini teknologi kendaraan bermotor berkembang pesat. penjualan domestik sepeda motor baru sepanjang tahun 2022 hingga bulan Oktober mencapai 4,149,947 unit. (Aisi, 2022)

Pada sistem EFI, campuran bahan bakar yang masuk ke ruang bakar dikontrol sesuai dengan durasi penginjeksian melalui komponen *injector*. Prinsip *injector* berfungsi untuk mengkabutkan bahan bakar menjadi partikel-partikel agar proses pembakaran menjadi lebih optimal. Campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang pembakaran dikontrol melalui perhitungan dari ECU. Perhitungan tersebut didapat dari sensor yang mendeteksi kondisi dan suhu mesin yang diperoleh dari sensor suhu udara, suhu oli mesin, suhu air pendingin, tekanan atau jumlah udara masuk, posisi katup gas, putaran mesin, posisi poros engkol, dan sensor lainnya. (Jama, 2008).

Biasanya *remap* ECU jadi jalan pintas *bikers* demi dongkrak performa motor miliknya. (Setiadi, 2020) Untuk dapat memaksimalkan performa pada sepeda motor injeksi perlu adanya proses pembakaran yang optimal. Cara yang dapat dilakukan yaitu dengan mengganti komponen ECU standar dengan ECU *remapping*. *Mapping* yang di gunakan adalah dengan cara mengubah setelan standar penginjeksian bahan bakar dan mengubah waktu pengapian yang ada dan di harapkan mampu mendongkrak performa sepeda motor.

Penggunaan pegas CVT yang tepat juga akan mempengaruhi performa yang dihasilkan oleh mesin kendaraan. Setiap pabrikan motor memiliki desain transmisi yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, mulai dari lebar *belt*, massa *roller*, kekakuan pegas CVT maupun sudut kemiringan *drive pulley*. Salah satu gejala pegas CVT mulai lemah adalah tarikan motor *matic* yang tiba-tiba jadi lemah atau kurang bertenaga. (Uje, 2021). Pada setiap perbedaan desain transmisi akan memberikan perbedaan hasil pada performa

yang dihasilkan oleh kendaraan. Untuk meningkatkan performa yang di inginkan perlu di lakukan penggantian komponen, komponen yang dapat di ganti adalah pegas CVT. Dari pegas CVT standar 800 rpm dapat di ganti dengan 1500 rpm.

Berdasarkan pemaparan di atas, penulis tertarik untuk menganalisis *remapping* ECU dan variasi pegas CVT terhadap performa serta konsumsi bahan bakar spesifik dan emisi gas buang pada sepeda motor Honda Beat 110 cc tahun 2019. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan *remapping* ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° serta *limiter* 11000 RPM kemudian *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* 11000 RPM dan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* 11000 RPM serta di pengaruhi oleh pegas CVT 800 RPM dan 1500 RPM.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan *instrument* penelitian, analisis data bersifat kuantitatif / statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2019)

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2018). Penelitian eksperimen ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan ECU standar dan ECU *remapping* dengan perlakuan *remapping* bahan bakar di tambah 3% sudut pengapian maju 1° serta limiter 11000 rpm kemudian penambahan bahan bakar 5% sudut pengapian maju 2° serta limiter 11000, dan penambahan bahan bakar 10% sudut pengapian maju 1° serta limiter

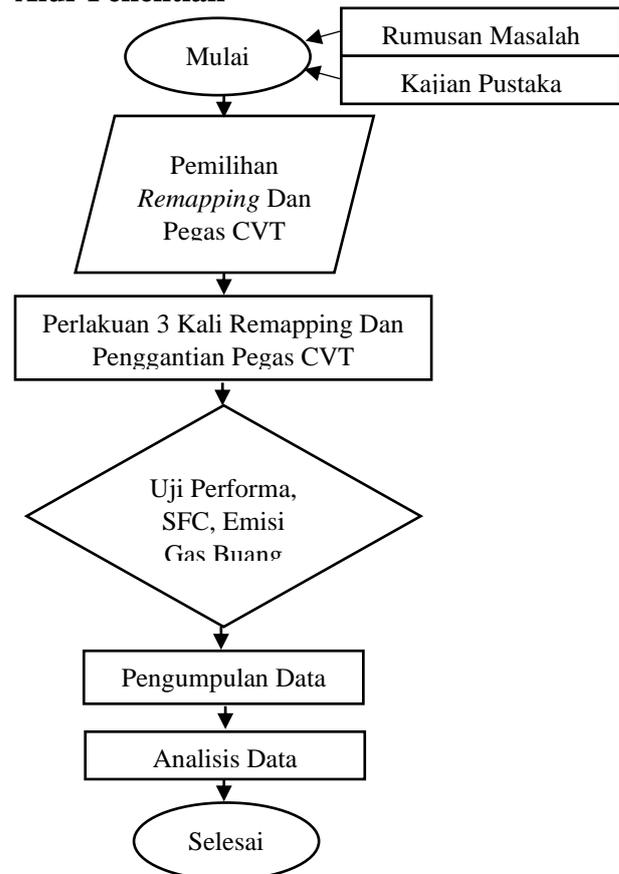
11000 rpm yang di pengaruhi oleh dua jenis pegas CVT yaitu pegas CVT standar 800 rpm dan pegas CVT *racing* 1500 rpm terhadap performa motor yang meliputi torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik serta emisi gas buang sepeda motor Beat 110cc.

Alat dan bahan

(1) Motor Honda Beat 110, (2) Gelas Ukur. Gelas ukur berfungsi sebagai alat ukur untuk mengetahui banyaknya konsumsi bahan bakar yang digunakan. Gelas ukur biasa digunakan untuk mengukur volume zat cair dan benda yang tidak beraturan. (2) *Tachometer*. *Tachometer* adalah sebuah komponen alat ukur yang digunakan untuk mengukur perputaran mesin dalam satuan rpm (*rotation per minute*). (3) *Dynotest*. *Chassis Dynamometer* adalah dinamometer yang mengukur daya yang dialirkan melalui permukaan "drive roller" yang digerakkan oleh roda kendaraan yang sedang diukur. Kendaraan yang akan diukur pada umumnya diletakkan diatas *roller*, lalu kendaraan dijalankan menurut metode pengukuran yang ingin digunakan untuk mengetahui daya kendaraan yang terukur. Dinamometer mengapsorsi tenaga yang dikeluarkan oleh mesin dengan cara pengereman bertahap sejak mesin dalam keadaan *idle* hingga sampai ada RPM maksimum (Sinaga, Nazaruddin, Dewangga, 2012). (4) PC/ komputer Digunakan untuk proses *remapping* ECU sepeda motor sebagai variabel *independent* yang mempengaruhi. (5) *Gas Analyzer*. *Gas analyzer* adalah alat untuk mengukur tingkat kandungan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bensin. Gas yang dapat diukur oleh *gas analyzer* adalah gas karbon dioksida (CO₂), oksigen (O₂), hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO). (6) *Stopwatch*. *Stopwatch* berfungsi untuk mengukur durasi lama konsumsi bahan bakar sepeda motor. *Stopwatch* juga dapat diartikan sebagai suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan dalam melakukan kegiatan yang memiliki ketelitian sampai tingkat

detik. (7) *Tool set* berfungsi untuk alat bantu membongkar motor (8) ECU Standar. ECU yang digunakan adalah ECU standar yang kemudian dilakukan pemetaan ulang. (9) Pegas CVT *racing* 1500 rpm fungsi dari pegas CVT *racing* sama dengan pegas standar namun hanya kekerasan pegas yang membedakan. Untuk motor masih *full* standar. Semakin keras pegas maka *belt* dapat terjaga lebih lama di kondisi paling luar dari *driven pulley*.

Alur Penelitian



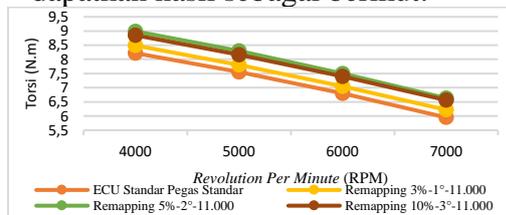
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini mengambil data dari subjek sepeda motor Honda Beat 110CC dan telah di pastikan kendaraan dalam keadaan optimal. setelah di pastikan kendaraan dalam kondisi optimal kemudian dapat di lakukan pengambilan data dengan di berikan perlakuan yang sama, dalam perlakuan menguji daya dan torsi mesin menggunakan *Dynotest* dan konsumsi bahan bakar spesifik dengan bahan bakar 5 ml di uji menggunakan *stopwatch*, kemudian di uji emisi gas buang pada 6000

rpm. Dengan perlakuan yang sama yaitu di pengaruhi dengan tiga jenis *remapping* ECU di antaranya adalah *remapping* pada bahan bakar di tambah 3%, sudut pengapian maju 1°, dan *limiter* menjadi 11.000 rpm. Yang kedua adalah *remapping* bahan bakar di tambah 5%, sudut pengapian maju 2°, dan *limiter* 11.000 rpm, dan yang ketiga *remapping* pada bahan bakar di tambah 10%, sudut pengapian maju 3°, dan *limiter* 11.000 rpm kemudian di pengaruhi oleh dua jenis pegas CVT (pegas standar dan pegas *racing* 1500 rpm).

1. Hasil uji torsi

Setelah melakukan uji torsi pada sepeda motor Beat pada posisi standar dan pada posisi tiga kali *remapping* dan di pengaruhi oleh pegas CVT maka di dapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik hasil pengujian torsi menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan pegas CVT standar

Pada pengujian torsi menggunakan ECU standar dengan pegas CVT standar dengan sepeda motor Beat 110cc menghasilkan torsi terbaik 8,22 N.m pada putaran mesin 4000 rpm. Setelah dilakukan *remapping* dengan menambahkan debit bahan bakar yang di injeksikan ke ruang bakar sebesar 3% kemudian memajukan pengapian 1° dan mengubah *limiter* menjadi 11000 rpm torsi terbaik yang di hasilkan adalah 7,80 N.m pada 5000 rpm. Kemudian di lakukan *remapping* lagi dengan *mapping* pada bahan bakar yang semula 3% di tambah menjadi 5%, dan sudut pengapian yang semula 1° di majukan lagi menjadi 2°, untuk *limiter* masih pada setelan 11.000 rpm menghasilkan torsi terbaik pada putaran 4000 rpm yaitu dapat meraih 8,99 N.m. lalu untuk *remapping* bahan bakar 10% sudut pengapian maju menjadi 3° dan *limiter* masih 11.000 rpm

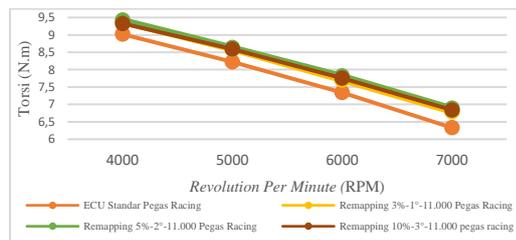
dapat meraih torsi 8,85 N.m pada putaran mesin 4000 rpm.

Torsi yang di hasilkan saat menggunakan ECU standar dan saat menggunakan ECU *remapping* menghasilkan torsi yang berbeda. Perlakuan *remapping* pada bahan bakar semakin banyak bahan bakar yang mampu disuplaikan maka semakin besar pula tenaga yang dihasilkan oleh mesin. Karena akselerasi dipengaruhi oleh tenaga mesin, maka apabila tenaga mesin meningkat akselerasi dari mesin pun juga akan ikut meningkat semakin rpm dinaikkan torsi dihasilkan semakin kecil. Penggunaan pegas CVT juga mempengaruhi torsi yang di hasilkan. pegas CVT *racing* karakternya lebih keras. pada lilitan pegas atau kemasannya tertulis 1.500 rpm dan 2.000 rpm. Pegas yang 2.000 rpm lebih keras dibanding 1.500 rpm. Semakin keras pegas akan membuat akselerasi semakin cepat. Namun top-speed akan berkurang. Dari hasil penelitian yang dilakukan (mesin dalam keadaan standar) dapat dilihat bahwa torsi pengukuran menggunakan pegas *racing* lebih besar daripada pegas standar.

Hal ini terjadi karena pada penggunaan pegas CVT *racing* 1500 rpm lebih keras di banding pegas CVT standar. Pegas CVT *racing* bekerja dengan memperkeras mengecilnya pulley sekunder dan mempersulit mekarnya pulley primer saat gas ditarik pegas CVT *racing* akan menahan V-belt untuk bergerak menyusut pada pulley sekunder dan daya jepit antara pulley sekunder dan V-belt akan semakin kuat, hal tersebut yang menjadikan torsi meningkat.

Perpaduan variasi *remapping* ECU dan variasi pegas CVT yang menghasilkan torsi tertinggi adalah pada setelan ECU *remapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* 11.000 kemudian di padukan dengan pegas CVT *racing* 1500 rpm akan menghasilkan torsi sebesar 9,43 N.m. torsi bisa naik karena adanya penambahan debit bahan bakar yang mengakibatkan campuran bahan bakar lebih kaya dan sudut pengapian maju akan

mengakibatkan pembakaran terjadi lebih awal, kemudian *limiter* di ubah menjadi 11.000 rpm menjadikan putaran mesin lebih tinggi. Kemudian dilakukan *remapping* dengan memajukan sudut pengapian/*ignition*. Proses pembakaran yang terjadi lebih awal sebelum TC (Top Center) akan mengakibatkan tekanan langkah kompresi (di mana piston menekan udara dalam silinder) akan meningkat kemudian torsi juga akan meningkat. (Aji & Triyono, 2017)



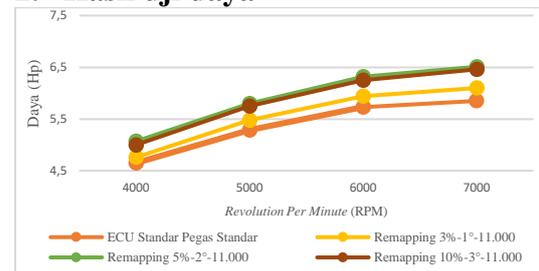
Gambar 2. Hasil pengujian torsi menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan pegas CVT racing (N.m)

Pada pengujian torsi menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan pegas CVT racing pada sepeda motor Beat 110cc menghasilkan torsi terbaik 9,02 N.m pada putaran mesin 4000 rpm. Setelah dilakukan *remapping* dengan menambahkan debit bahan bakar yang di injeksikan ke ruang bakar sebesar 3% kemudian memajukan pengapian 1° dan mengubah *limiter* menjadi 11000 rpm torsi terbaik yang di hasilkan adalah 9,37 N.m pada 4000 rpm. Kemudian di lakukan *remapping* lagi dengan *mapping* pada bahan bakar yang semula 3% di tambah menjadi 5%, dan sudut pengapian yang semula 1° di majukan lagi menjadi 2°, untuk *limiter* masih pada setelan 11.000 rpm menghasilkan torsi terbaik pada putaran 4000 rpm yaitu dapat meraih 9,43 N.m. lalu untuk *remapping* bahan bakar 10% sudut pengapian maju menjadi 3° dan *limiter* masih 11.000 rpm dapat meraih torsi 9,33 N.m pada putaran mesin 4000 rpm.

Untuk pegas CVT di lakukan pergantian agar *pulley* sekunder lebih keras untuk menciut dan *pulley* primer lebih berat

untuk mengembang. Semakin keras pegas akan membuat akselerasi semakin cepat. Namun *top-speed* akan berkurang.

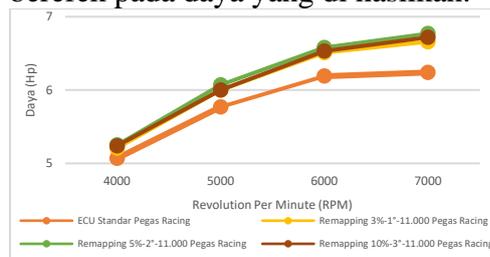
2. Hasil uji daya



Gambar 3. Grafik hasil pengujian daya menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan pegas CVT standar (HP)

Pada pengujian daya menggunakan ECU standar dengan pegas CVT standar pada sepeda motor Beat 110cc menghasilkan daya terbaik 5,85 Hp pada putaran mesin 7000 rpm. Setelah dilakukan *remapping* dengan menambahkan debit bahan bakar yang di injeksikan ke ruang bakar sebesar 3% kemudian memajukan pengapian 1° dan mengubah *limiter* menjadi 11000 rpm daya terbaik yang di hasilkan adalah 6,10 hp pada 7000 rpm. Kemudian di lakukan *remapping* lagi dengan *mapping* pada bahan bakar yang semula 3% di tambah menjadi 5%, dan sudut pengapian yang semula 1° di majukan lagi menjadi 2°, untuk *limiter* masih pada setelan 11.000 rpm menghasilkan daya terbaik pada putaran 7000 rpm yaitu dapat meraih 6,51 hp. lalu untuk *remapping* bahan bakar 10% sudut pengapian maju menjadi 3° dan *limiter* masih 11.000 rpm dapat meraih daya 6,46 hp pada putaran mesin 7000 rpm. Semakin tinggi putaran mesin maka semakin cepat pula saat pembukaan dan penutupan katup hisap dan katup buang sehingga saat pemasukan campuran bahan bakar dan udara ke dalam silinder semakin singkat sehingga efisiensi volumetrik menurun yang mengakibatkan tekanan hasil pembakaran menurun maka daya juga mengalami penurunan saat sepeda motor masih menggunakan ECU standar dan pegas CVT standar di 4000 rpm dapat meraih daya 4,65 hp dan di saat 7000 rpm mencapai 5,85 hp. Setelah di lakukan

remapping pada bahan bakar sebesar 3% sudut pengapian maju 1° dan *limiter* mesin 11.000 rpm daya yang di raih pada 4000 rpm adalah 4,76 hp dan saat 7000 rpm mencapai 6,10 hp. Kemudian di lakukan *remapping* lagi dengan mengubah bahan bakar semula 3% menjadi 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* masih dalam 11000 rpm menghasilkan daya 5,07 hp pada 4000 rpm serta 6,51 hp di 7000 rpm. Kemudian dilakukan *remapping* kembali namun daya yang dihasilkan malah menurun yaitu dengan *remapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* 11.000 rpm menghasilkan daya 5,00 hp di 4000 rpm dan 6,45 di 7000 rpm. Daya yang di hasilkan menurun karena campuran bahan bakar dan udara terlalu gemuk atau terlalu boros hal ini mengakibatkan pembakaran yang kurang sempurna dan berefek pada daya yang di hasilkan.



Gambar 4. Grafik hasil pengujian daya menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan pegas CVT standar (HP)

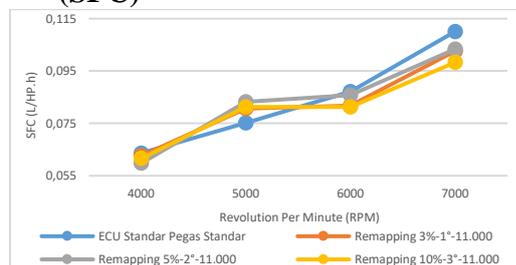
Pada pengujian daya menggunakan ECU standar dan ECU *remapping* dengan pegas CVT *racing* pada sepeda motor Beat 110cc menghasilkan daya terbaik 6,24 hp pada putaran mesin 7000 rpm. Setelah dilakukan *remapping* dengan menambahkan debit bahan bakar yang di injeksikan ke ruang bakar sebesar 3% kemudian memajukan pengapian 1° dan mengubah *limiter* menjadi 11000 rpm daya terbaik yang di hasilkan adalah 6,66 hp pada 7000 rpm. Kemudian di lakukan *remapping* lagi dengan *mapping* pada bahan bakar yang semula 3% di tambah menjadi 5%, dan sudut pengapian yang semula 1° di majukan lagi menjadi 2°, untuk *limiter* masih pada setelan 11.000 rpm menghasilkan daya terbaik pada putaran 7000 rpm yaitu dapat meraih 6,77 hp. lalu untuk *remapping* bahan bakar 10%

sudut pengapian maju menjadi 3° dan *limiter* masih 11.000 rpm dapat meraih daya 6,72 hp pada putaran mesin 4000 rpm. Daya hasil pengukuran menggunakan pegas *racing* lebih besar daripada pegas standar. Hal ini terjadi karena pada penggunaan pegas CVT *racing* 1500 rpm lebih keras di banding pegas CVT standar. Pegas CVT *racing* bekerja dengan memperkeras mengecilnya *pulley* sekunder dan mempersulit mekarnya *pulley* primer saat gas ditarik pegas CVT *racing* akan menahan V-belt untuk bergerak menyusut pada *pulley* sekunder dan daya jepit antara *pulley* sekunder dan V-belt akan semakin kuat, hal tersebut yang menjadikan daya meningkat. hal ini juga terjadi perbedaan daya di tiga kali *remapping* ECU. Motor yang telah dilakukan *remapping* ECU daya yang di hasilkan akan lebih tinggi di bandingkan dengan saat masih standar dikarenakan saat di lakukan *remapping* ECU pada *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° serta *limiter* 11000 rpm bahan bakar yang di injeksikan ke dalam ruang bakar semakin banyak dan menyebabkan campuran bahan bakar dan udara menjadi gemuk, kemudian sudut pengapian di majukan satu derajat mengakibatkan waktu pengapian menjadi lebih cepat satu derajat.

Kemudian di lakukan *mapping* lagi dengan setelan bahan bakar 5% sudut pengapian maju 2° serta *limiter* masih pada setelan 11000 rpm daya yang di hasilkan lebih tinggi dari sebelumnya, *limiter* digunakan 11000 rpm karena limit digunakan untuk membatasi putaran mesin supaya tidak terjadi mesin jebol. Pada saat posisi standar *limiter* hanya pada 9400 rpm dan setelah di lakukan *remapping* di ubah menjadi 11000 rpm *limiter* lebih panjang juga menyebabkan daya menjadi lebih tinggi. Dan saat di lakukan *remapping* pada bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* masih pada 11000 rpm daya yang dihasilkan malah cenderung menurun. Secara kimia dibutuhkan rasio udara dan bahan bakar yang tepat untuk berlangsungnya pembakaran yang sempurna. Pembakaran sempurna

mempunyai campuran udara dan bahan bakar yang ideal, yaitu 1:14,8. Tim Teknologi Otomotif., 2018:85 dalam (Robianto et al., 2022). Semakin tinggi putaran mesin maka semakin cepat pula saat pembukaan dan penutupan katup hisap dan katup buang sehingga saat memasukkan campuran bahan bakar dan udara ke dalam silinder semakin singkat sehingga efisiensi volumetrik menurun yang mengakibatkan tekanan hasil pembakaran menurun maka daya juga mengalami penurunan (Dharma & Wulandari, 2013).

3. Hasil uji *specific fuel consumption* (SFC)

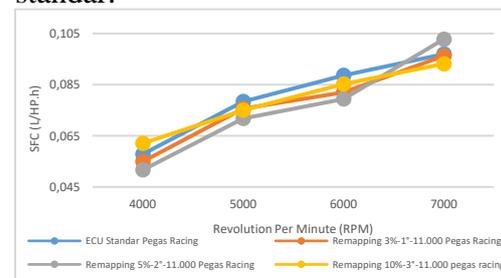


Gambar 5. Grafik perbandingan SFC ECU standar dan *remapping* dengan pegas CVT standar

Pada pengujian konsumsi bahan bakar dengan ECU standar dan *remapping* pada sepeda motor Beat 110cc menggunakan pegas CVT standar menunjukkan SFC 0,064 L/HP.h pada putaran mesin 4000, setelah dilakukan *remapping* pada bahan bakar sebesar 3% sudut pengapian maju 1° serta *limiter* 11000 rpm menunjukkan hasil yang lebih rendah dari ECU standar yaitu konsumsi terbaik 0,63 L/HP.h pada putaran mesin 4000, lalu dilakukan *remapping* lagi dengan setelan bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* masih di 11000 rpm menunjukkan hasil SFC di bawah busi standar yaitu hasil terbaik 0,060 L/HP.h pada putaran mesin 4000, dan terakhir menggunakan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° dan *limiter* masih pada 11000 rpm juga menunjukkan SFC 0,062 L/HP.h pada putaran mesin 4000.

penggunaan pegas standar masih lebih tinggi di banding dengan menggunakan pegas *racing* dari 4000, 5000, dan 6000 rpm, ini berarti pemakaian pegas CVT

standar efektivitas dalam mencengkeram *V-belt* kurang baik dan kurang keras dalam menahan mengerutnya *pulley* sekunder sehingga mesin lebih berat untuk memutar dan berakselerasi. Saat berakselerasi mesin mengonsumsi bahan bakar yang seimbang dalam arti campuran bahan bakar dan udara tidak terlalu gemuk dan tidak terlalu miskin. Perlakuan *remapping* pada ECU berpengaruh pada konsumsi bahan bakar spesifik. Saat dilakukan *remapping* hasil yang paling bagus adalah dengan *mapping* pada bahan bakar 5% sudut pengapian maju 2° serta *limiter* di ubah menjadi 11000 rpm SFC yang di hasilkan lebih bagus daripada SFC yang di hasilkan pada saat kondisi kendaraan menggunakan ECU standar. Semakin tinggi nilai SFC, artinya semakin banyak energi bahan bakar yang tidak terkonversi menjadi daya (Setyadi, 2008). Hal ini disebabkan karena bahan bakar yang masuk ke dalam silinder tidak terbakar dengan sempurna. Pada tiga kali *remapping* dan variasi pegas CVT hasil SFC memiliki kecenderungan naik dengan bertambahnya putaran mesin. Kenaikan SFC paling tinggi adalah pada saat menggunakan ECU standar dan pegas standar.



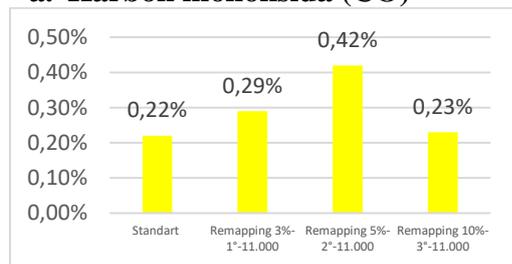
Gambar 6. Grafik perbandingan SFC ECU standar dan *remapping* dengan pegas CVT *racing*

Pada pengujian konsumsi bahan bakar dengan ECU standar dan *remapping* pada sepeda motor Beat 110cc menggunakan pegas CVT *racing* menunjukkan konsumsi 0,058 L/HP.h pada putaran mesin 4000, setelah dilakukan *remapping* pada bahan bakar sebesar 3% sudut pengapian maju 1° serta *limiter* 11000 rpm menunjukkan hasil yang lebih rendah dari ECU standar yaitu 0,055 L/HP.h pada putaran mesin 4000, lalu dilakukan *remapping* lagi dengan

setelan bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* masih di 11000 rpm menunjukkan hasil SFC di bawah ECU standar dan ECU *remapping* 3% yaitu 0.052 L/HP.h pada putaran mesin 4000, dan terakhir menggunakan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° dan *limiter* masih pada 11000 rpm menunjukkan hasil di atas ECU standar pegas *racing* yaitu 0,062 L/HP.h pada putaran mesin 4000. Pada saat menggunakan pegas CVT *racing* mesin membutuhkan waktu untuk mencapai asil yang maksimal. bahan bakar yang masuk ke dalam silinder tidak terbakar dengan sempurna. Pada tiga kali *remapping* dan variasi pegas CVT hasil SFC memiliki kecenderungan naik dengan bertambahnya putaran mesin. Kenaikan SFC paling tinggi adalah pada saat menggunakan ECU standar dan pegas standar

4. Hasil uji emisi gas buang

a. Karbon monoksida (CO)



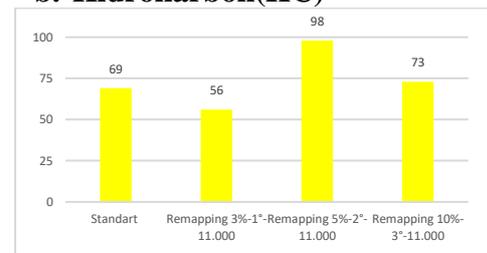
Gambar 7. Hasil pengujian emisi gas buang karbon monoksida (CO)

Pada pengujian emisi gas buang menggunakan ECU standar dan tiga kali *remapping* ECU pada sepeda motor Beat 110cc menghasilkan emisi gas buang pada tabel 4.9. hasil menunjukkan bahwa kandungan emisi CO (karbon monoksida) pada saat menggunakan ECU standar mendapatkan nilai 0,22%. Pada saat dilakukan *remapping* ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm mendapatkan nilai 0,29% kemudian di lakukana *remapping* yang kedua dengan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* masih 11000 rpm mendapat nilai 0,42% lalu di lakukan *remapping* yang ketiga dengan *mapping* bahan bakar 10%

sudut pengapian 3° serta *limiter* masih dalam 11000 rpm mendapatkan nilai 0,23%. Kadar CO yang besar di akibatkan kandungan bahan bakar terlalu banyak (campuran kaya) sehingga pembakaran tidak sempurna.

Nilai CO (karbon monoksida) yang paling rendah adalah pada saat menggunakan ECU standar dengan nilai 0,22% kemudian kadar CO yang paling tinggi adalah saat menggunakan ECU *remapping* pada *mapping* bahan bakar di tambah 5% sudut pengapian maju 2° serta *limiter* di 11000 rpm mencapai 0,42%. Kadar CO bisa tinggi karena kurangnya udara atau oksigen pada saat pembakaran. memajukan *timing* akan meningkatkan CO, memundurkan *timing* akan menurunkan CO. Kadar CO juga dipengaruhi oleh campuran bahan bakar, *homogenitas*, dan *air fuel ratio*. Semakin bagus kualitas campuran dan homogenitas akan mempengaruhi oksigen untuk bereaksi dengan karbon. Jumlah oksigen dalam *air fuel ratio* sangat menentukan besar CO yang dihasilkan, hal ini disebabkan kurangnya oksigen dalam campuran akan mengakibatkan karbon bereaksi tidak sempurna dengan oksigen (Bahtiar, 2015)

b. Hidrokarbon (HC)

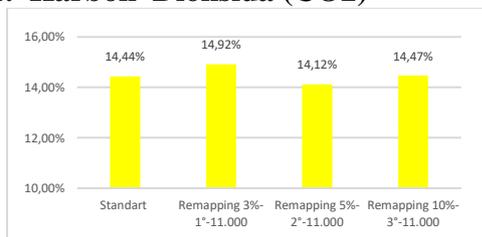


Gambar 8. Grafik hasil pengujian emisi gas buang hidrokarbon (HC)

Setelah di lakukan uji emisi HC (hidrokarbon) menggunakan ECU standar mendapatkan nilai 69%. Pada saat dilakukan *remapping* ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm mendapatkan nilai 56% kemudian di lakukan *remapping* yang kedua dengan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* masih 11000 rpm mendapat nilai 98% lalu di lakukan *remapping* yang ketiga dengan

mapping bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* masih dalam 11000 rpm mendapatkan nilai 73%. Kadar HC yang besar di akibatkan kandungan bahan bakar terlalu kecil (campuran miskin) sehingga pembakaran tidak sempurna. Tingginya kadar HC disebabkan karena pembakaran kurang sempurna, yaitu karena kurangnya oksigen atau bahan bakar sehingga ada sebagian bahan bakar yang belum terbakar dan keluar masih dalam bentuk hidrokarbon. Apabila bahan bakar kurus (kurang bahan bakar) maka konsentrasi HC menjadi naik, hal ini di sebabkan karena kurangnya pasokan bahan bakar sehingga menyebabkan rambatan bunga api menjadi lambat dan bahan bakar akan segera keluar sebelum terbakar dengan sempurna. Sedangkan pada campuran bahan bakar kaya (kelebihan bahan bakar) konsentrasi HC juga akan naik akibat dari adanya bahan bakar yang belum bereaksi dengan udara yang dikarenakan pasokan udara tidak cukup untuk bereaksi menjadi sempurna, sehingga ada sebagian hidrokarbon yang keluar pada saat proses pembuangan. Hidrokarbon dapat terbentuk tidak hanya pada kondisi campuran udara bahan bakarnya gemuk, tetapi bisa saja pada kondisi campurannya kurus (Nakoela Soenarta. & Furuhamu, 1995) Berdasarkan hasil pengujian yang telah di lakukan nilai HC yang di dapat masih di bawah batas maksimal nilai HC yang di izinkan pemerintah. Kadar HC yang di izinkan pemerintah maksimal 2000 ppm (GUBERNURDIY, 2010)

c. Karbon Dioksida (CO₂)

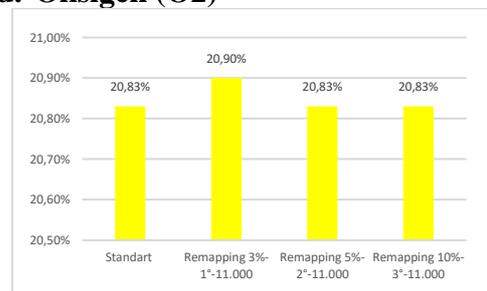


Gambar 9. Grafik hasil pengujian emisi gas buang karbon dioksida (CO₂) (%)

Emisi CO₂ (karbon dioksida) pada saat menggunakan ECU standar mendapatkan nilai 14,44%. Pada saat dilakukan

remapping ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm mendapatkan nilai 14,92% kemudian di lakukan *remapping* yang kedua dengan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* masih 11000 rpm mendapat nilai 14,12% lalu di lakukan *remapping* yang ketiga dengan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* masih dalam 11000 rpm mendapatkan nilai 14,47%. Kadar CO₂ semakin tinggi nilainya akan semakin baik dimana ideal pada CO₂ adalah 12-15% dengan pembakaran sempurna. semakin tinggi kadar emisi gas buang CO₂ maka semakin sempurna proses pembakaran yang terjadi diruang bakar. Rendahnya kadar CO₂ pada bahan bakar dimungkinkan karena sudut pengapian yang terlalu mundur, sehingga berakibat pembakaran terlambat. Unsur yang terkandung dalam bahan bakar akan terbakar melalui pembakaran yang dihasilkan oleh bunga api atau busi. Pembakaran yang terlambat menyebabkan unsur C dan O tidak berubah menjadi CO₂. Rendahnya kadar CO₂ juga dimungkinkan karena AFR yang terlalu kurus atau terlalu kaya, apabila campuran terlalu banyak oksigen atau bahan bakar, maka ada sebagian unsur O yang tidak ber-reaksi dengan unsur C dan tidak berubah menjadi CO₂. Persen karbon dioksida dalam gas buang dipergunakan sebagai petunjuk akan kesempurnaan pembakaran.

d. Oksigen (O₂)



Gambar 10. Grafik hasil pengujian emisi gas buang oksigen (O₂) (%)

Hasil pengujian O₂ (oksigen) pada saat menggunakan ECU standar mendapatkan nilai 20,83%. Pada saat dilakukan *remapping* ECU dengan

mapping bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm mendapatkan nilai 20,90% kemudian di lakukan *remapping* yang kedua dengan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° serta *limiter* masih 11000 rpm mendapat nilai 20,83% lalu di lakukan *remapping* yang ketiga dengan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° serta *limiter* masih dalam 11000 rpm mendapatkan nilai 20,83%. Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Normalnya konsentrasi oksigen di gas buang adalah sekitar 1,2% atau lebih kecil bahkan mungkin 0% (Satudju, 1991).

Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon, semakin kecil nilai oksigen maka semakin bagus. Pada *mapping* bahan bakar bahan bakar di tambah 3% sudut pengapian maju 1° serta *limiter* di 11000 rpm terhitung tinggi hal ini disebabkan karena AFR terlalu kurus (kurang bahan bakar) pada saat pembakaran. Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂.

PENUTUP

Berdasarkan simpulan dari penelitian terdahulu penggunaan ECU *remapping* mampu mendongkrak performa yang di hasilkan oleh kendaraan dan konsumsi bahan bakar yang di hasilkan cenderung lebih efisien dan bertenaga. Perlakuan *remapping* ECU dapat mendongkrak performa yang ada. Hal ini di buktikan dengan hasil penelitian yang ada menyatakan performa yang di hasilkan meningkat dengan signifikan. Pada hasil penelitian dengan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Penggunaan ECU *remapping* dan pegas CVT *racing* menghasilkan torsi lebih besar daripada ECU dan pegas CVT standar. Setelah di lakukan *remapping* torsi paling tinggi saat menggunakan

Pegas CVT standar adalah pada *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm torsi naik 9% di 4000 rpm dan 11% di 7000 rpm. Kemudian setelah di lakukan penggantian pegas CVT *racing* torsi paling tinggi adalah pada *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm torsi naik 15% di 4000 rpm dan 16% di 7000 rpm

2. Daya yang di hasilkan pada saat menggunakan ECU *remapping* dan pegas CVT standar lebih besar daripada menggunakan ECU standar dan pegas standar. Daya yang paling tinggi saat menggunakan pegas standar adalah pada *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm daya naik 9% di 4000 rpm dan 11% di 7000 rpm. Kemudian saat menggunakan pegas *racing* daya yang di hasilkan lebih tinggi daripada saat menggunakan pegas standar. Daya paling tinggi adalah pada saat *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm dan menggunakan pegas *racing* daya naik 13% di 4000 rpm dan 16% di 7000 rpm.
3. *Specific fuel consumption* (SFC) pada saat menggunakan ECU standar dan pegas CVT *racing* lebih bagus daripada saat menggunakan pegas standar persentase yang di per oleh mencapai 9% di 4000 rpm dan 12% pada 7000 rpm. Saat di lakukan *remapping* SFC terbaik mencapai 19% pada 4000 rpm dan 6% di 7000 rpm yaitu pada saat *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter* 11000 rpm dan menggunakan pegas *racing*. Hasil SFC tersebut merupakan hasil paling baik daripada saat *mapping* yang lainnya
4. Terdapat perubahan kadar emisi gas buang setelah dilakukan *remapping* ECU dengan *mapping* bahan bakar 3% sudut pengapian 1° dan *limiter* 11000 rpm CO meningkat 32%, HC menurun 19%, CO₂ naik 3%, dan O₂ tidak ada peningkatan atau penurunan. Lalu menggunakan *mapping* bahan bakar 5% sudut pengapian 2° dan *limiter*

11000 rpm CO meningkat 91%, HC naik 42%, CO₂ turun 2%, dan O₂ tidak ada peningkatan atau penurunan. Dan terakhir menggunakan *mapping* bahan bakar 10% sudut pengapian 3° dan *limiter* 11000 rpm CO meningkat 5%, HC meningkat 6%, CO₂ tidak ada perubahan di banding menggunakan ECU standar, dan O₂ juga tidak ada peningkatan atau penurunan di banding dengan ECU standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisi. (2022). *ASOSIASI INDUSTRI SEPEDA MOTOR INDONESIA*. Aisi. <https://www.aisi.or.id/statistic/>
- Aji, A., & Triyono, J. (2017). Studi Eksperimental Pengaturan Waktu Pengapian Pada Mesin 4 Langkah 1 Silinder Berbahan Bakar E25. *Rotasi*, 19(3), 165. <https://doi.org/10.14710/rotasi.19.3.165-171>
- Bahtiar, F. Z. (2015). Campuran Minyak Limbah Plastik (Low Density Waste Polyethylene Oil) Dengan Premium Dan Pertamina Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor. *Jurusan Fakultas Teknik Mesin , Universitas Negeri Semarang*, 1–61.
- Dharma, G. A., & Wulandari, D. (2013). *PENGARUH PEMAKAIAN VARIASI PEGAS SLIDING SHEAVE TERHADAP PERFORMANCE MOTOR HONDA BEAT 2011*. 02, 126–131.
- GUBERNURDIY. (2010). *PERATURAN GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA NOMOR 39 TAHUN 2010 TENTANG BAKU MUTU EMISI GAS BUANG SUMBER BERGERAK KENDARAAN BERMOTOR*.
- Jama, J. (2008). Teknik Sepeda Motor Jilid 2 Smk. In *Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional*.
- Nakoela Soenarta., & Furuham, S. (1995). *Motor serba guna*.
- Robianto, R., Mahendra, S., & Fatra, F. (2022). Analisis Varian Hole Injektor dan Bahan Bakar Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Matic 4 Tak 110 CC. *Journal of Vocational Education and Automotive Technology*, 4(1), 190–206.
- Satudju, D. (1991). *Studi perencanaan udara kendaraan bermotor di DKI Jakarta*.
- Setiadi, G. (2020). *Gak Pakai Ribet, Remap ECU Standar Motor Cuma Perlu Syarat Ini Bro!* Motorplus-Online.Com. <https://www.motorplus-online.com/read/252318191/gak-pakai-ribet>
- Setyadi, M. (2008). Characteristics of Biodiesel from Spent Cooking Oil and Diesel. *Berkala MIPA*, 18(2), 102–114.
- Sinaga, Nazaruddin, Dewangga, A. (2012). Pengujian Dan Pembuatan Buku Petunjuk Operasi Chassis Dinamometer Tipe Water Brake . *Rotasi*, 14(3), 8–12.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan; Pendekatan Kuantitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Uje. (2021). *Jarang Yang Sadar, Begini Tanda Per CVT Motor Matic Mulai Lemah*. Gridoto.Com. <https://www.gridoto.com/read/222646751/jarang-yang?page=2>